

Braunschweigische
Wissenschaftliche Gesellschaft

Jahrbuch 2004



J. CRAMER Verlag · Braunschweig
2005

Das vorliegende Jahrbuch ist bei der Braunschweigischen Wissenschaftlichen
Gesellschaft und im Buchhandel erhältlich
Preis: € 16,00

Gedruckt mit Hilfe von Forschungsmitteln
des Landes Niedersachsen

Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
Fallersleber-Tor-Wall 16 · D-38100 Braunschweig
Postfach 3329 · D-38023 Braunschweig
Telefon: (05 31) 1 44 66 · Fax (05 31) 1 44 60

<http://www.bwg-niedersachsen.de>

Für die Redaktion verantwortlich:
Der Generalsekretär der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

ISSN 0931-1734
ISBN 3-934656-15-3

Gesamtherstellung:
J. Cramer Verlag · Am Hasengarten 23 A · D-38126 Braunschweig
2005
Printed in Germany

INHALTSVERZEICHNIS

ALLGEMEINES UND HISTORISCHES

Zur Geschichte der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft (BWG) ..	7
Die Organe der BWG 1943 – 2004	8
Satzung der BWG	10

HINWEISE AUF VERANSTALTUNGEN DER BWG

Interdisziplinäres Symposium: Von der Stammzellforschung zur Stammzelltherapie? Fragen aus der Sicht von Biologie, Medizin, Recht und Ethik	15
Regulierung der Stromversorgung (6. Symposium)	17
Weitere Veranstaltungen	18

PLENARVERSAMMLUNGEN

10.01.2004	in Braunschweig <i>Gottfried Seebaß</i> : Die Heidelberger Akademie der Wissenschaften Geschichte und wissenschaftlicher Auftrag	21
13.02.2004	in Braunschweig <i>Otto Richter</i> : Mathematik in der Biologie: Geschichte, Konzepte und Anwendungen (Ausführliche Fassung in den Abhandlungen 54 [2004])	
12.03.2004	in Braunschweig <i>Edwin Kreuzer</i> : Zur Dynamik extremer Schiffsbewegungen (Siehe Jahrbuch 2003, S. 70)	
23.04.2004	in Braunschweig <i>Joachim Hentze</i> : Moderne Managementkonzepte	39
11.06.2004	in Braunschweig <i>Karl-Heinz Glaßmeier</i> : Aufbruch zum Rand des Sonnensystems	55
10.07.2004	in Braunschweig <i>Peter Blöchl</i> : Mit dem Computer in die Nanowelt. Ab-initio Simulation von der Biochemie zur Halbleitertechnologie	59
08.10.2004	in Braunschweig <i>Klaus P. Gahl</i> : Brauchen wir ein neues Krankheitskonzept?	61
19.11.2004	in Hannover <i>Reiner Cunz & Mario Schlapke</i> : Der „neue“ Münzfundkatalog Mit- telalter/Neuzeit der Numismatischen Kommission der Länder in der Bundesrepublik Deutschland	79

KLASSENSITZUNGEN

Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

13.02.2004	in Braunschweig <i>Werner Deutsch & Christliebe El Mogharbel</i> : Wie Natur und Kultur in der Sprachentwicklung von Kindern zusammenwirken: eine Mosaik- theorie	93
12.03.2004	in Braunschweig <i>Ekkehard Winterfeldt</i> : Marine Naturstoffe – Innovationstreibsatz oder Lückenbüßer –?	101
11.06.2004	in Braunschweig <i>Gudrun Schmidt-Naake</i> : Mechanochemie an Polymeren – ein vielsei- tiges Wirkprinzip	106
08.10.2004	in Braunschweig <i>Wolfgang Stahl</i> : Galeras, ein Projekt zur Überwachung von Vulkanen	111

Klasse für Ingenieurwissenschaften

13.02.2004	in Braunschweig <i>Erich Barke</i> : Herausforderung Chipentwurf	115
12.03.2004	in Braunschweig <i>Eckehard Schnieder</i> : Ist Verkehrssicherheit berechenbar? [Ausführliche Fassung: siehe Jahresversammlung in diesem Band]	
11.06.2004	in Braunschweig <i>Jürgen Hesselbach</i> : Parallelroboter für die Hochgeschwindigkeits- und Ultrapräzisionsmontage	116
19.11.2004	in Braunschweig <i>Thomas Siefer</i> : Simulation – Hilfsmittel zur Beantwortung eisenbahn- betriebswissenschaftlicher Fragen	117

Klasse für Geisteswissenschaften

12.03.2004	in Braunschweig <i>Renate Stauf</i> : Italienbilder der deutschen Vor- und Frühgeschichte: Wilhelm Heinses <i>Ardinghello</i> und Ludwig Tiecks <i>Franz Sternbalds</i> <i>Wanderungen</i>	119
19.11.2004	in Braunschweig <i>Eva Johanna Engel</i> : G. E. Lessing: Nathan der Weise: Eine Parabel voller Überraschungen und bisher unbeantworteter Fragen	121

FEIERLICHE JAHRESVERSAMMLUNG am 7. Mai 2004**Öffentliche wissenschaftliche Vorträge**

<i>Reinhard Kühne</i> , Berlin	
Ist Mobilität finanzierbar?	137
<i>Eckehard Schnieder</i> , Braunschweig	
Ist Verkehrssicherheit berechenbar?	155
<i>Hermann Lenke</i> , Pulheim	
Hat der Schienenverkehr Zukunft?	179

Festversammlung im Altstadtrathaus

Der Präsident der BWG, <i>Joachim Klein</i> :	
Begrüßung und Bericht	207
<i>Matthias Bohnet</i> , Braunschweig	
Laudatio zur Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille 2004 an <i>Joachim Milberg</i>	221
<i>Joachim Milberg</i> , München	
Vernetztes Verkehrsmanagement – Lösungen für die Mobilität von morgen	227
Urkunde und Lebenslauf des Preisträgers	243
Der Generalsekretär der BWG, <i>Claus-Artur Scheier</i>	
Schlußworte	246

MITTEILUNGEN

Veröffentlichungen	248
Geschäftliche Mitteilungen	248

PERSONALIA

Todesfälle	249
Zuwahlen	250
Inhaber der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille 1949 – 2004	254
Mitgliederverzeichnis	258

ALLGEMEINES UND HISTORISCHES

Zur Geschichte der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Im Jahre 1943 führten die Initiativen einiger Professoren der Braunschweiger Technischen Hochschule Carolo Wilhelmina zur Errichtung der „Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft“. Sie wurde nach Genehmigung der vorgelegten Satzung durch den damals zuständigen Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung am 9. Dezember 1943 in einer feierlichen Sitzung konstituiert. Das zu diesem Anlaß von dem ersten Vorsitzenden des Senats der neuen Gesellschaft, Prof. Dr.-Ing. Ernst Schmidt, erstattete Referat gibt Auskunft über die Motive dieser Gründung. Maßgebend war der Wunsch nach Überwindung eines allzu engen wissenschaftlichen Spezialistentums und einer einseitigen Orientierung der Forschung auf rasche Verwertbarkeit ihrer Ergebnisse. Dies wird in der ersten Satzung der Gesellschaft deutlich. In deren § 1 bestimmt sie: „insbesondere soll sie über die fachlichen Grenzen hinaus die Bearbeitung von Gemeinschaftsaufgaben übernehmen und dazu beitragen, innere Beziehungen zwischen allen Wissens- und Lebensgebieten herzustellen“. Organisatorisch war die Neugründung als selbständige wissenschaftliche Gesellschaft mit eigenen Organen (Kuratorium, Senat, Fachbereiche) angelegt. Der jeweilige Rektor der Technischen Hochschule Braunschweig war jedoch ex officio zum Präsidenten der Gesellschaft bestimmt, was hauptsächlich auf eine administrative Vereinfachung abzielte.

Bis Ende 1944 wurde die Gesellschaft durch Berufung von Mitgliedern aus verschiedenen Fachgebieten personell ausgebaut. Besondere Aktivitäten konnte sie in den letzten Monaten des zweiten Weltkrieges nicht mehr entfalten. Sie bestand auch nach dem Kriege unter einem kommissarischen Präsidenten unverändert fort. Jedoch wurden Maßnahmen eingeleitet, um die Gesellschaft uneingeschränkt zu verselbständigen, wobei die Organisationsform einer Akademie der Wissenschaften angestrebt wurde. Sie war im Kern durch Selbstergänzung und begrenzte Platzzahl der Mitglieder sowie durch Gliederung in Fachbereiche bereits vorhanden.

Vor allem wurde die Gesellschaft nun auch mit ihrem Plenum und ihren Abteilungen – seit 1950 Klassen – wissenschaftlich aktiv. In beiden Bereichen wurden wissenschaftliche Vorträge und Diskussionen durchgeführt. Initiiert von Prof. Dr. phil. Eduard Justi erschien 1949 der erste Band der als Publikationsorgan eingerichteten „Abhandlungen“. Im gleichen Jahre verlieh die Gesellschaft erstmalig die kurz zuvor gestiftete Carl-Friedrich-Gauß-Medaille. 1953 erhielt die Gesellschaft schließlich den Status einer Körperschaft des öffentlichen Rechts. Mit dem Errichtungserlaß des Niedersächsischen Landesministeriums wurde ihr zugleich eine neue Satzung gegeben, in der freilich Teile der ehema-

ligen Satzung erhalten geblieben waren. 1971 erhielt die Gesellschaft eine in einigen Bereichen veränderte und schließlich 1993 ihre heute gültige Satzung, die sie im Geiste einer Akademie der Wissenschaften mit deutlich technischem Schwerpunkt auszufüllen bestrebt ist. In diesem Rahmen finden laufend wissenschaftliche Plenar- und Klassensitzungen statt. Zur Durchführung langfristiger Forschungsvorhaben hat die BWG eine Kommission für Niedersächsische Bau- und Kunstgeschichte, eine Kommission für Umwelt und Technik und eine Kommission für Recht und Technik eingesetzt. Von den jährlich erscheinenden „Abhandlungen“ sind bisher 53 Bände und in der Schriftenreihe der Kommission für Niedersächsische Bau- und Kunstgeschichte 7 Bände publiziert worden. Initiiert von Prof. Dr. techn. Karl Heinrich Olsen, veröffentlicht die BWG seit 1983 Jahrbücher, die insbesondere über Vortragsveranstaltungen, Kommissions-tätigkeiten und Personalien berichten.

Die Organe der BWG 1943 - 2004

Konstituierende Sitzung:	30.11.1943	
Eröffnungssitzung:	09.12.1943	[siehe Abhandlungen der BWG 21 (1969), 8]
Erste Sitzung:	1944	[siehe Abhandlungen der BWG 1 (1949), 169]
Zweite Sitzung:	1953	[siehe Abhandlungen der BWG 5 (1953), 212]
Dritte Sitzung:	1971	[siehe Abhandlungen der BWG 22 (1970), 291]
Vierte Sitzung:	1993	[hier abgedruckt S. 10 ff.]

Präsidenten

1943-45: Fritz Gerstenberg; 1946-48: Gustav Gassner; 1949-50: Hans Herloff Inhoffen; 1951-53: Eduard Justi; 1954-56: Leo Pungs; 1957-59: Max Kohler; 1960-62: Hans Kroepelin; 1963-66: Paul Koeßler; 1967-70: Hermann Blenk; 1971-77: Karl Gerke; 1978-80: Herbert Wilhelm; 1981-86: Karl Heinrich Olsen; 1987-92: Gerhard Oberbeck; 1993-95: Werner Leonhard; 1996-1999: Norbert Kamp; seit 2000: Joachim Klein.

Generalsekretäre

1943-45: Ernst August Roloff; 1946-48: Wilhelm Gehlhoff; 1949-50: Eduard Justi; 1951-53: Hermann Schlichting; 1954-1959: Hans Herloff Inhoffen; 1960-61: Hellmut Bodemüller; 1962-64: Hans Joachim Bogen; 1965-69: Hermann Schaefer; 1970-71: Karl Gerke; 1972-73: Arnold Beuermann; 1974-80: Karl Heinrich Olsen; 1981-82: Ulrich Wannagat; 1983-85: Hans Joachim Kanold; 1986-88: Egon Richter; 1989-91: Harmen Thies; 1992-94: Ulrich Wannagat; 1995-97: Helmut Braß; 1998-2000: Elmar Steck; seit 2001: Claus-Artur Scheier.

Vorsitzende der Klassen

BIS 1954 SEKRETÄRE DER ABTEILUNGEN

Mathematik und Naturwissenschaften

1943-47: G. Cario; 1948-50: P. Dorn; 1951-53: H.H. Inhoffen; 1954-57: P. Dorn; 1958-60: H. Kroepelin; 1961: H. Poser; 1962-64: H. Hartmann; 1965-66: H. Schumann; 1967-72: M. Grützmaker; 1973-76: U. Wannagat; 1977-80: H.R. Müller; 1981-84: E. Richter; 1985-89: O. Rosenbach; 1990-91: St. Schottlaender; 1992-94: H.-J. Kowalsky; 1995-97: H. Tietz; 1998-1999: K. Schügerl; 2000: G. Müller; 2001-2003: J. Heidberg; seit 2004: E. Winterfeldt.

Ingenieurwissenschaften

1943-48: E. Marx; 1949-53: L. Pungs ; 1954-56 : O. Flachsbart; 1957-60: W. Hofmann; 1961-64: H. Hausen; 1965-70: G. Wassermann; 1971-77: H.W. Hennicke; 1978-79: Th. Rummel; 1980-83: M. Mitschke; 1984-93: R. Jeschar; 1994-96: H.-G. Unger; 1997-2000: E. Stein; seit 2001: M. Lindmayer.

Bauwissenschaften

1943-48: ?; 1949-53: Th. Kristen; 1954-62: F. Zimmermann; 1963-67: A. Pflüger; 1968-69: J. Göderitz; 1970-73: W. Wortmann; 1974: K.H. Olsen; 1975-78: H. Duddeck; 1979-83: W. Höpcke; 1984-93: J. Herrenberger; seit 1994: vereinigt mit der Klasse für Ingenieurwissenschaften.

Geisteswissenschaften

1943-48: W. Jesse; 1949-53: W. Gehlhoff; 1954-57 (Obmann): W. Jesse; 1958-61 (Obmann): H. Glockner; 1962-68 (Obmann): H. Heffter; 1969-78: A. Beuermann; 1979-87: M. Gosebruch; 1988-89: H. Boeder; 1990-91: G. Maurach; 1992-1998: C.-A. Scheier; 1999: G. Maurach; 2000: C.-A. Scheier; seit 2001: H.-J. Behr.

Satzung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

(In Kraft seit 6.4.1993)

§ 1

Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft hat durch eigene Tätigkeit und im Zusammenwirken mit anderen Gesellschaften der Wissenschaft zu dienen.

§ 2

Die Gesellschaft ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts. Ihr Sitz ist Braunschweig. Sie führt ein Dienstsiegel.

§ 3

Die Gesellschaft hat drei Klassen:

- die Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften,
- die Klasse für Ingenieurwissenschaften,
- die Klasse für Geisteswissenschaften.

§ 4

(1) Die Gesellschaft besteht aus ordentlichen und korrespondierenden Mitgliedern.

(2) Ordentliche Mitglieder können verdienstvolle Gelehrte werden, die ihren Wohnsitz in Niedersachsen haben. Sie sind zur regelmäßigen Teilnahme an den Sitzungen des Plenums und ihrer Klassen sowie zur Förderung der wissenschaftlichen Arbeiten verpflichtet und gehalten, zu den Publikationen der Gesellschaft beizutragen. Ordentliche Mitglieder, die das 70. Lebensjahr vollendet haben, werden von den Pflichten entbunden, behalten jedoch ihre Rechte bei. Die Höchstzahl der ordentlichen Mitglieder, welche das 70. Lebensjahr noch nicht vollendet haben, beträgt:

- 30 für die Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften,
- 40 für die Klasse für Ingenieurwissenschaften,
- 30 für die Klasse für Geisteswissenschaften.

(3) Zu korrespondierenden Mitgliedern können, ohne Rücksicht auf ihren Wohnsitz, verdienstvolle Gelehrte berufen werden, denen eine regelmäßige persönliche Teilnahme an den Sitzungen und Arbeiten der Gesellschaft nicht möglich ist. Sie können an allen Sitzungen teilnehmen, haben aber kein Stimmrecht. Die Zahl der korrespondierenden Mitglieder ist nicht beschränkt.

(4) Ordentliche Mitglieder, die ihren Verpflichtungen nicht nachzukommen vermögen, können die Überführung in den Status eines korrespondierenden Mitglieds beantragen. Von ordentlichen Mitgliedern, die ohne gerechtfertigten Grund vier aufeinanderfolgenden Sitzungen des Plenums oder ihrer Klasse ferngeblieben sind, muß angenommen werden, daß sie ihren Verpflichtungen nicht mehr nachzukommen vermögen. Auf Vorschlag ihrer Klasse kann durch den Verwaltungsausschuß die Mitgliedschaft in die eines korrespondierenden Mitglieds umgewandelt werden.

§ 5

(1) Die Mitglieder werden auf Vorschlag von mindestens drei ordentlichen Mitgliedern und nach Antrag der zuständigen Klasse durch das Plenum in geheimer Abstimmung gewählt.

(2) Auf die Mitgliedschaft kann durch schriftliche Erklärung gegenüber dem Präsidenten verzichtet werden.

(3) Ein Mitglied kann wegen ehrenrührigen Verhaltens ausgeschlossen werden. Für das Verfahren gelten die Vorschriften über die Wahl.

§ 6

(1) Im Plenum und in den Klassen berichten die Mitglieder über eigene Arbeiten und die ihrer Mitarbeiter, die ordentlichen Mitglieder auch über Arbeiten anderer. Der Vorsitzende kann zum wissenschaftlichen Teil der ordentlichen Sitzungen Gäste, die von einem ordentlichen Mitglied eingeführt sind, einladen.

(2) Das Plenum hält in jedem Jahr mindestens eine Hauptsitzung ab. Es hört und erörtert Rechenschaftsberichte. Zu den Hauptsitzungen sind auch die korrespondierenden Mitglieder einzuladen.

§ 7

Die Gesellschaft gibt die „Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft“ sowie ein „Jahrbuch“ heraus. Einzelheiten regelt die Druckschriftenordnung.

§ 8

Die Gesellschaft kann darüber hinaus eigene Forschungsarbeiten durchführen, Forschungsarbeiten ihrer Mitglieder oder Dritter unterstützen, wissenschaftliche Stellungnahmen abgeben und wissenschaftliche Tagungen, Symposien sowie Vorträge veranstalten. Um der Öffentlichkeit Einblick in wissenschaftliche Probleme zu geben und sie mit den Ergebnissen wissenschaftlicher Arbeit bekanntzumachen, veranstaltet die Gesellschaft auch öffentliche Vorträge. Ferner kann die Gesellschaft wissenschaftliche Schriften und Berichte herausgeben oder ihre Herausgabe unterstützen.

§ 9

Die Gesellschaft verleiht, in der Regel jährlich zum Geburtstag von Carl Friedrich Gauß am 30. April, die „Carl-Friedrich-Gauß-Medaille“. Das Verfahren regeln die besonderen Bestimmungen für die Verleihung der Gauß-Medaille.

§ 10

(1) Die Leitung der Gesellschaft obliegt dem Präsidenten. Er beruft die Sitzungen des Plenums ein, stellt die Tagesordnung fest, leitet die Verhandlungen, hat bei allen mündlichen Abstimmungen für den Fall der Stimmengleichheit die entscheidende Stimme, führt den Vorsitz in allen Ausschüssen – soweit nicht andere Regelungen getroffen sind –, unterzeichnet die Sitzungsprotokolle und sorgt für die Ausführung der Beschlüsse. Er vertritt die Gesellschaft nach außen und hat die Aufsicht über die Geschäftsführung im Benehmen mit den Klassenvorsitzenden.

(2) Der Präsident wird aus dem Kreis der ordentlichen Mitglieder durch das Plenum in geheimer Abstimmung für die Amtsdauer von drei Jahren gewählt. Wiederwahl ist zulässig. Ersatzwahlen erfolgen für den Rest der Amtsdauer.

(3) Die Stellvertretung des Präsidenten übernimmt als Vizepräsident der turnusmäßig älteste Klassenvorsitzende.

§ 11

(1) Die Leitung der Klassen obliegt den Klassenvorsitzenden; § 10 Abs. 1 Satz 2 gilt entsprechend.

(2) Die ordentlichen Mitglieder jeder Klasse wählen aus ihrem Kreis in geheimer Abstimmung den Klassenvorsitzenden so, daß jedes Jahr einer der Klassenvorsitzenden ausscheidet. Wiederwahl ist zulässig. Ersatzwahlen erfolgen für den Rest der Amtsdauer.

(3) Die Klassenvorsitzenden betrauen mit ihrer Vertretung von Fall zu Fall ein ordentliches Mitglied der Klasse.

§ 12

(1) Dem Generalsekretär obliegen die Geschäftsführung, die Veranstaltung öffentlicher Vorträge und die Herausgabe von Veröffentlichungen der Gesellschaft.

(2) Der Generalsekretär muß seinen Wohnsitz in Braunschweig oder im näheren Umkreis von Braunschweig haben. Er wird aus dem Kreis der ordentlichen Mitglieder durch das Plenum in geheimer Abstimmung für die Amtsdauer von drei Jahren gewählt. Wiederwahl ist zulässig. Ersatzwahlen erfolgen für den Rest der Amtsdauer. In dem Jahr, in dem der Präsident neu gewählt wird, soll ein Wechsel im Amt des Generalsekretärs nicht stattfinden.

§ 13

Der Präsident, die Klassenvorsitzenden und der Generalsekretär bilden den Verwaltungsausschuß. Dieser hat die Aufgabe, über Arbeitsvorhaben und Arbeitsweise der Gesellschaft zu beschließen, den Haushaltsplan aufzustellen und über Inventar und Vermögen der Gesellschaft im Rahmen der Beschlußfassung des Plenums zu verfügen. Der Präsident kann zur Beratung des Verwaltungsausschusses Mitglieder der Gesellschaft und andere Persönlichkeiten, deren Teilnahme im Interesse der Gesellschaft liegt, hinzuziehen.

§ 14

(1) Der Haushaltsplan ist vor Beginn des Haushaltsjahres (Kalenderjahr) aufzustellen und vom Plenum zu beschließen.

(2) Überschüsse früherer Jahre verbleiben der Gesellschaft; sie sind im Haushaltsplan auszuweisen.

(3) Die Gesellschaft hat nach Ende eines jeden Haushaltsjahres eine Rechnung aufzustellen. Die Rechnung ist, unbeschadet einer Prüfung durch den LRH nach § 111 LHO, durch die bei der Bezirksregierung Braunschweig eingerichtete Vorprüfungsstelle zu prüfen. Die Prüfung soll sich auf die Ordnungsmäßigkeit der Rechnungslegung sowie auf die wirtschaftliche und satzungsgemäße Verwendung der Mittel erstrecken.

Das Plenum beschließt ferner über die Entlastung des Verwaltungsausschusses. Die Entlastung bedarf der Genehmigung des MWK und des MF.

§ 15

Das Plenum beschließt ferner über die Geschäftsordnung, Druckschriftenordnung, Bestimmungen über die Verleihung der Gauß-Medaille und über Änderungen dieser Satzung.

§ 16

(1) Zu Wahlen und Beschlußfassungen gemäß § 14 Abs. 1 und 3 und § 15 muß mindestens die Hälfte der Anzahl der ordentlichen Mitglieder unter 70 Jahren anwesend sein.

(2) Die Wahlen und die Beschlüsse über Satzungsänderungen erfordern eine Stimmenmehrheit von zwei Dritteln aller anwesenden stimmberechtigten Mitglieder. Führt bei der Wahl des Präsidenten und des Generalsekretärs der erste Wahlgang zu keiner Zweidrittelmehrheit, so findet sofort ein zweiter Wahlgang statt. Wird auch hierbei die Zweidrittelmehrheit nicht erzielt, so ist in einem dritten Wahlgang gewählt, wer die absolute Mehrheit erreicht. Notfalls ist eine Stichwahl durchzuführen. Bei Stimmengleichheit entscheidet das Los.

(3) Bei den übrigen Beschlußfassungen und sonstigen Abstimmungen entscheidet die einfache Mehrheit der stimmberechtigten Anwesenden.

(4) Ordentliche Mitglieder können ihr Stimmrecht durch schriftliche Vollmacht auf ein anderes ordentliches Mitglied übertragen; in diesem Fall gelten sie als anwesend.

§ 17

(1) Die Wahl des Präsidenten und des Generalsekretärs bedarf der Bestätigung durch die LReg.

(2) Der Haushaltsplan und Änderungen dieser Satzung bedürfen der Genehmigung durch die LReg.

(3) Das Ergebnis der Wahlen der ordentlichen Mitglieder und der Klassenvorsitzenden, der Ausschluß eines Mitglieds und der Verzicht eines Mitglieds auf die Mitgliedschaft sind der LReg. anzuzeigen.

Übergangsbestimmungen

Die Satzung tritt mit dem Tag der Genehmigung in Kraft. Befristet auf fünf Jahre nach dem Inkrafttreten der Satzung können der Klasse für Ingenieurwissenschaften bis zu 45 ordentliche Mitglieder unter 70 Jahren angehören, wobei die Höchstzahl aller ordentlichen Mitglieder unter 70 Jahren in der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft auf 100 begrenzt bleibt.

VERANSTALTUNGEN DER BWG

Interdisziplinäres Symposium

Von der Stammzellforschung zur Stammzelltherapie? Fragen aus der Sicht von Biologie, Medizin, Recht und Ethik

*am 29. Januar 2004
in Braunschweig*

Veranstalter: Akademie für Ethik in der Medizin e. V., Göttingen
Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

Ort: Kongress-Saal der Industrie- und Handelskammer Braunschweig,
Am Altstadtmarkt

- 10.00 Uhr *Begrüßung und Einführung*
JOACHIM KLEIN, Braunschweig
CLAUDIA WIESEMANN, Göttingen
Moderation: GÜNTER MAASS, Hannover
- 10.15 Uhr ANNA M. WOBUS, Gatersleben:
Das Entwicklungspotential embryonaler und somatischer Stammzellen
- 10.45 Uhr GERD KEMPERMANN, Berlin-Buch:
Stammzellenbiologie als Paradigmenwechsel in der biomedizinischen Forschung
Moderation: BERNHARD WÖRMANN, Braunschweig
- 11.45 Uhr JÜRGEN HESCHELER, Köln:
Stammzelltherapie: Grundlagen und mögliche klinische Anwendung
Moderation: CLAUDIA WIESEMANN, Göttingen
- 14.00 Uhr REINHARD MERKEL, Hamburg:
Verfassungsrechtliche Perspektiven der Stammzellforschung
- 14.45 Uhr PETER LANGE, Bonn:
Stammzellforschung aus der Sicht des Bundesministeriums für Bildung und Forschung
- 16.00 Uhr BETTINA SCHÖNE-SEIFERT, Münster:
Moralphilosophische Aspekte der Forschung an embryonalen Stammzellen

- 16.45 Uhr EBERHARD SCHOCKENHOFF, Freiburg:
Embryonenschutz und Stammzellforschung: Theologisch-ethische Aspekte
Moderation: FRIEDRICH WEBER, Wolfenbüttel
- 17.30 Uhr Schlussdebatte – Fazit – Schlusswort

Stammzellen sind Hoffnungsträger der Medizin für neue Heilverfahren bei chronischen Erkrankungen (wie Parkinsonscher Krankheit, Alzheimer-Demenz oder Herzinsuffizienz) oder für die Züchtung immunverträglicher Transplantatgewebe oder -organe aus empfängeridentischen Stammzellen.

Die ethische und rechtliche Beurteilung der Forschung mit menschlichen Stammzellen wird in Politik, Wissenschaft und Öffentlichkeit national und international kontrovers diskutiert: weniger hinsichtlich der Legitimität der Forschungsziele – wie etwa des Verständnisses der Zelldifferenzierungsmechanismen oder der darauf basierenden Entwicklung neuer Heilverfahren, der Gewebe- oder Organzüchtung – als vielmehr der für die Forschung und Therapie erforderlichen Gewinnung menschlicher Stammzellen. Diese können aus Embryonen, aus fötalem Gewebe und aus Geweben Erwachsener gewonnen werden. Ethisch und rechtlich umstritten ist vor allem die Gewinnung von ESZ. Während einige Länder der EU die Forschung an Zellen erlauben, die aus „überzähligen“ Embryonen bei künstlicher Befruchtung in vitro gewonnen werden, verbietet das deutsche Embryonenschutzgesetz jegliche Form „verbrauchender Embryonenforschung“.

Rechtliche und wissenschaftsinterne Regularien der Stammzellforschung müssen unterschiedliche Werte und Interessen in Einklang bringen. Zu den vorrangigen Werten (Schutz des menschlichen Embryos, Interessen von (zukünftigen) Patienten und Freiheit der Wissenschaft) kommen auch wissenschaftspolitische und wirtschaftliche Interessen ins Spiel, die nicht den Ausschlag in der Debatte um Recht und Ethik der Forschung und Nutzung humaner embryonaler Stammzellen geben können. Innovative wissenschaftliche Forschung bedarf des interdisziplinären Dialogs für einen gesellschaftlichen Konsens. Dies gilt umso mehr, als grundlegende Aspekte des Menschenbildes in unserer Gesellschaft von dieser Entwicklung betroffen sind.

Prof. Dr. Joachim Klein
Präsident der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft

Prof. Dr. Claudia Wiesemann
Präsidentin der Akademie für Ethik
in der Medizin e.V., Göttingen

Regulierung der Stromversorgung (6. Symposium)

*am 29.11.2004
in Hohenhameln*

- Veranstalter:** E.ON Kraftwerke GmbH, Hannover
Kommission Recht und Technik der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft
- Ort :** E.ON Kraftwerke GmbH, Kraftwerk Mehrum,
Triftstraße 25, 31249 Hohenhameln
- 9.30 Uhr Prof. Dr.jur. Dr.rer.pol. PETER SALJE, Universität Hannover:
Begrüßung und Einführung in das Thema
- 9.45 Uhr Prof. Dr. jur. GUNTHER KÜHNE, LL.M., TU Clausthal:
Grundelemente der Regulierung der deutschen Energiewirtschaft
Ein Überblick
- 10.30 Uhr Prof. Dr.-Ing. HANS-PETER BECK, TU Clausthal:
Regulierungsbehörde und Stromversorgungsqualität
- 11.15 Uhr Diskussion
- 11.45 Uhr Pause
- 12.00 Uhr Besichtigung des Kraftwerks
- 12.45 Uhr Diskussion
- 13.00 Uhr Mittagessen
- 14.00 Uhr Dr. SCHMITZ, E.ON Hannover:
Regulierung und Emissionshandel
- 14.45 Uhr Prof. Dr. RECKNAGEL, avacon Hannover:
Versorgungswirtschaft im Paradigmenwechsel?
- 15.30 Uhr Diskussion
- 16.00 Uhr Dr. BARTSCH, E.ON Westfalen Weser AG, Hameln:
Regulierung der Grundversorgung von Haushaltskunden vs. Liberalisierung des Strommarktes
- 16.45 Uhr Diskussion

Weitere Veranstaltungen 2004

05.02.2004 Diskussionsforum

Schlösser und Städte

Einführung: HARMEN THIES, TU Braunschweig:

Position der europäischen Schlossbauten der Neuzeit in der Stadtstruktur – eine grundsätzliche Analyse mit Blick auf eine aktuelle Situation

Ort: Haus der BWG, Fallersleber-Tor-Wall 16,
38100 Braunschweig

10.02./26.04. Arbeitskreis „Modelle in der Wissenschaft“

Ort: Haus der BWG, Fallersleber-Tor-Wall 16,
38100 Braunschweig

02.03.2004 Kaminabend

„China –Aussichten eines Wachstumsmarktes“

- 19.00 Uhr Begrüßung
Prof. Dr.rer.nat. JOACHIM KLEIN
Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft
HENRIK HERR
Leiter der Niederlassung Braunschweig Credit Suisse
(Deutschland) AG
- 19.10 Uhr Einführung in das Themengebiet
Prof. Dr.rer.pol.habil. Dr.h.c.mult. JOACHIM HENTZE
Institut für Wirtschaftswissenschaften der TU Braunschweig
- 19.15 Uhr „Märkte und Strategien 2004“
STEFAN KEITEL, Chefstrategie Investmentstrategie der Credit Suisse
(Deutschland) AG
„China – Aussichten eines Wachstumsmarktes“ aus makroökonomischer Sicht,
DAMIAN SIGRIST, Asien-Spezialist der Credit Suisse, Schweiz
- 20.00 Uhr Buffet

20.30 Uhr Diskussion im Plenum
 Moderation: Prof. Dr. Dr.h.c.mult. JOACHIM HENTZE
Veranstalter: Credit Suisse (Deutschland) AG, Niederlassung
 Braunschweig
 Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft
Ort: Haus der BWG, Fallersleber-Tor-Wall 16,
 38100 Braunschweig

**06.12.2004 Verleihung Braunschweiger Bürgerpreis
 für herausragende studentische Leistungen**

Begrüßung:

Dr. h.c. GERD BIEGEL, M.A., Ltd. Museumsdirektor des Braunschweigischen Landesmuseums

Preisverleihung und Vorstellung der Preisträger:

THOMAS HEINISCH, Vorstandsvorsitzender der Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis

Prof. Dr. BARBARA JÜRGENS, Vizepräsidentin der TU Braunschweig

Gratulation:

Prof. Dr. JOACHIM KLEIN, Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Festvortrag:

Prof. Dr. FRANÇOIS BERTEMES, Institut für Prähistorische Archäologie, Universität Halle:

„Goseck – ein Beispiel früher Himmelsbeobachtungen“

Veranstalter: Stiftung Braunschweiger Bürgerpreis für herausragende studentische Leistungen
 Braunschweigisches Landesmuseum
 Technische Universität Braunschweig
 Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

Ort: Braunschweigisches Landesmuseum

Plenarversammlungen

Die Heidelberger Akademie der Wissenschaften Geschichte und wissenschaftlicher Auftrag*

GOTTFRIED SEEBASS

Präsident der Heidelberger Akademie der Wissenschaften 1996-2000
Langgewann 53/1, D-69121 Heidelberg

I. Pläne und Gründung

Die Heidelberger Akademie der Wissenschaften sieht sich in der Tradition der von 1763 bis 1794 am kurfürstlichen Hof in Mannheim bestehenden kurpfälzischen Akademie. Das wird vor allem in ihren offiziellen Emblemen deutlich, die freilich alle erst in den letzten dreißig Jahren entstanden sind. Das Siegel aus dem Jahr 1969 bietet den doppeltgeschwänzten kurpfälzischen Löwen mit der inneren Umschrift: *Academia scientiarum Electoralis Theodoro-Palatina MDCCLXIII*¹. Die Medaille der Akademie von 1973 zeigt auf der einen Seite dieses Siegel und auf der andern den Kopf der Pallas Athene von Myron (nach der Marmorkopie im Frankfurter Liebighaus), der auch alle Veröffentlichungen und offiziellen Briefköpfe der Akademie ziert. Schließlich schuf man zum 75. Jubiläum im Jahr 1984 eine Amtskette für den Präsidenten, die rechts und links in der Kette je ein Glied mit der Vorder- und Rückseite der erwähnten Medaille zeigt. Der große Anhänger ist nach einem Anwesenheitsjeton der kurpfälzischen Akademie gestaltet und zeigt unter dem Motto: *Rimatur utrimque* (Sie forscht nach beiden Seiten) mit der Sphinx ein Sinnbild für die philosophische Weisheit und mit einer Muschel, einem Obelisken und einer Agave die Sinnbilder für die Zoologie, die Vermessungskunde und die Botanik². Diese

* Vortrag gehalten am 10.01.04 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft. Der Vortragsstil wurde weitgehend beibehalten. Auf Nachweise wurde verzichtet. Zwei Hinweise dazu: Udo Wennemuth, *Wissenschaftsorganisation und Wissenschaftsförderung in Baden. Die Heidelberger Akademie der Wissenschaften 1909-1949*, Heidelberg 1994 (= Supplemente zu den Sitzungsberichten der Heidelberger Akademie der Wissenschaften 8); eine Übersicht über die Archivmaterialien bis 1969 findet sich in: *Repertorien des Universitätsarchivs*, Abt. 2: Ältere Bestände, 8.1 Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Teil 1: bearb. v. Gesine Marek, Teil 2 bearb. von Sabine Happ, Heidelberg 2004.

¹ Vgl. dazu: Hans-Joachim Zimmermann, *Das große und das kleine Siegel der Academia Theodoro-Palatina*, in: *Jahrbuch der Heidelberger Akademie der Wissenschaften* 1985, Heidelberg 1986, S. 133-140

² Zur genaueren Beschreibung vgl. Hans-Joachim Zimmermann, *Die Präsidentenkette und die Jubiläumsmedaille von 1984*, in: *Jahrbuch der Heidelberger Akademie der Wissenschaften* 1984, Heidelberg 1985, S. 127-162.

kurpfälzische Akademie widmete sich – großzügig dotiert – zunächst der Geschichte der Dynastie der pfälzischen Wittelsbacher und der Landesgeschichte, später vor allem den Naturwissenschaften. Daran erinnern die sogenannten Mannheimer Stunden (7, 14 und 22 Uhr), in denen die meteorologischen Stationen noch heute ihre Daten ablesen. Doch kann von einer Fortführung der Traditionen dieser Akademie eigentlich keine Rede sein. Denn als Kurfürst Carl Theodor 1777 sein kurbayerisches Erbe antrat, wurde die Mannheimer Akademie mit der in München bereits seit 1757 bestehenden Bayerischen Akademie der Wissenschaften vereinigt. Schließlich wurde im Jahre 1803, zwei Jahre bevor die rechtsrheinische Pfalz an das Großherzogtum Baden fiel, auch das nicht unbedeutende Vermögen nach München verlagert³. Doch blieb die Erinnerung daran, daß es in der Kurpfalz einmal eine Akademie gegeben hatte, lebendig. Bereits 1821 dachte man in Heidelberg nach dem Vorbild Göttingens an die Gründung einer gelehrten Gesellschaft, die aber nicht zustande kam. Denn der badische Staat war mit zwei Landesuniversitäten in Freiburg und Heidelberg, die er großzügig ausbaute, finanziell erheblich belastet – immerhin investierte er mehr als Preußen in seine Universitäten. Zwar gab es in Heidelberg im Verlauf und gegen Ende des 19. Jahrhunderts eine Reihe wissenschaftlicher Zirkel, Gesellschaften und Vereine – vor allem die Kreise um Max Weber, Henry Thode, Stefan George und den Eranos Kreis –, aber eben keine Akademie der Wissenschaften. Pläne, die mit dem 500. Jubiläum der Universität Heidelberg im Jahr 1886 durch Großherzog Friedrich I. und dann noch einmal 1893 durch den Chemiker Victor Meyer erwogen wurden, kamen nicht zur Ausführung. Erst die Stiftung von einer Million Goldmark in mehreren Raten, die der Landmaschinenhersteller Carl Lanz und seine Mutter Julia am 22. Mai 1909 in Erinnerung an den Vater und Firmengründer Heinrich Lanz machten, führten in kürzester Frist 1909 zur Gründung der Akademie, die von Universität und Staatsregierung begrüßt, aber in keiner Weise finanziell unterstützt wurde. So finden sich das Bild von Heinrich Lanz und seine Büste durchaus zu Recht im Präsidenten- und im Sitzungszimmer der Akademie. Am 3. Juli 1909 konnte in der Alten Aula der Universität, in der seit 1950 die öffentlichen Jahresfeiern stattfinden, die Eröffnung der Akademie festlich begangen werden. Sie erhielt den Namen „Heidelberger Akademie der Wissenschaften – Stiftung Heinrich Lanz“, obwohl dieser seine Erben testamentarisch zwar zum Einsatz von vier Millionen Goldmark für seine Werksangehörigen und sonstige Wohlfahrtseinrichtungen, nicht aber für Wissenschaft oder Kunst verpflichtet hatte. Man rechtfertigte, was vor allem dem Repräsentationsbedürfnis der Familie Lanz diente, mit der Überzeugung von Heinrich Lanz, „daß die deutsche Technik ihre hohe Stellung in der Welt...der Tatsache verdankt, daß sie stets mit der Wissenschaft Hand in Hand

³ Vgl. Hans Joachim Zimmermann, Die Kurpfälzische Akademie zu Mannheim, in: Ruperto Carola 75 (39. Jahrgang 1986), S. 39-51

ging“. Übrigens stand die Heidelberger Akademiegründung damals keineswegs singulär da, sondern im Zusammenhang einer Fülle von kommunalen und besitzbürgerlichen Stiftungen, die seit 1890 die Voraussetzung für die Gründung von Hochschulen und wissenschaftlichen Forschungsinstituten schufen, denen 1911 die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft folgte.

II. Die Struktur der Akademie

Damit komme ich nach der Gründung der Akademie nun – zweitens – zu einer kurzen Vorstellung ihrer Strukturen. In einem Bericht der Frankfurter Zeitung über die Gründungsfeier hieß es: „Schon die um das alte Kollegienhaus gelagerte Wagenburg zeigte eine auffallende Nuance: Das Automobil. Das deutete auf eine moderne Note, auf einen Einzug neuer Elemente“. Doch davon konnte eigentlich keine Rede sein. Was man in Heidelberg aus der Taufe hob, war nichts Neues, sondern es orientierte sich an den damals schon hundert Jahre alten Humboldtschen Vorstellungen für die Berliner Akademie der Wissenschaften aus dem Beginn des 19. Jahrhunderts. Danach sollten die Akademien der Ort der reinen theoretischen Wissenschaft und der Forschung sein. Im Blick auf den in Technik und Wirtschaft beheimateten Stifter hätte es eigentlich näher gelegen, sich an dem 200 Jahre älteren Akademiekonzept von Leibniz zu orientieren, in dem es vor allem um den Nutzen und den Einsatz der Wissenschaften für die allgemeine Wohlfahrt gegangen war.

Daß man bei Humboldts Vorstellungen blieb, zeigte schon die gesamte Anlage und die Struktur der Akademie: Die Akademie wurde mit den damals üblichen zwei Klassen gegründet: einer philosophisch-historischen und einer naturwissenschaftlich-mathematischen. Unumstritten war das schon damals nicht. Der berühmte Soziologe Max Weber, forderte – übrigens keineswegs nur im eigenen Interesse – eine eigene Klasse für die Staats- und Gesellschaftswissenschaften, konnte das aber nicht durchsetzen. Erst vor etwa zehn Jahren kam es aufgrund von Initiativen der Vertreter der Technikwissenschaften angesichts ihrer nicht zu bestreitenden Unterrepräsentation in den Akademien zu einer Diskussion über die Frage einer eigenen technikwissenschaftlichen Klasse. Die Heidelberger Akademie hat diese Frage damals im Unterschied zu anderen deutschen Akademien negativ beantwortet – wohl durchaus zu Recht. Man war der Auffassung, daß jede weitere Klasse das die Akademien kennzeichnende und heute immer notwendiger Gespräch über die Grenzen der Fachwissenschaften hinweg behindern werde. Man behielt also die beiden traditionellen Klassen, wählte aber verstärkt auch Vertreter der Technikwissenschaften in die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse.

Die Akademie hatte anfangs keinen Präsidenten, da man den Großherzog als Protektor gewonnen hatte. Das entsprach der damaligen Situation in der Uni-

versität, die lediglich einen Prorektor aus den Reihen der Professoren kannte, während der Großherzog der rector magnificus war. Doch griffen Großherzog und großherzogliche Regierung – im Unterschied zu den späteren Ministerien – niemals in die Belange der Akademie ein. So wurde sie faktisch von den Sekretaren – so heißen die Sekretäre nach Berliner Vorbild seit 1936 – der beiden Klassen geleitet. Die großherzogliche Protektion endete 1918, doch strich man den Protector erst 1926 aus der Satzung. Seit diesem Zeitpunkt zeigte man auch die in die Akademie Gewählten der badischen Regierung nicht mehr an, war also eine faktisch weithin unabhängige Körperschaft. Auch als 1936 das Führerprinzip 1936 mit Präsident und Vicepräsident eingeführt wurde, verband man beide Ämter mit dem der beiden Sekretare in Personalunion, so daß die überkommene Leitungsstruktur unter neuer Bezeichnung erhalten blieb. Erst seit 1947 gibt es den Präsidenten über den Sekretaren als Repräsentanten der Akademie⁴.

Bei ihrer Gründung wollte man der Akademie durchaus bewußt einen elitären Charakter geben und schränkte deswegen die Zahl der Mitglieder drastisch auf zehn je Klasse ein. Die ordentlichen Mitglieder mussten wegen der bei den Sitzungen – bis heute – geforderten Präsenz dem Lehrkörper der Universität Heidelberg angehören und ihren Wohnsitz in der Stadt haben. Das brachte Schwierigkeiten mit sich, weil in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse alle damals in den entsprechenden Disziplinen lehrenden Ordinarien in die Akademie kamen, während die bereits stärker ausdifferenziertere philosophische Fakultät eine wirkliche Auswahl treffen mußte. Verständlicherweise ging das nicht ohne Kollegialneid ab. Doch konnte man den durch die Wahl zu ‚außerordentlichen‘ Mitgliedern besänftigen, von denen es im Blick auf die anderen badischen Hochschulen 25 je Klasse gab.

Für die Auswahl der Mitglieder war die Humboldtsche Beschränkung auf die theoretischen Wissenschaften und außerdem ein deutlich historistisches Wissenschaftsverständnis maßgebend. Vertreter von systematisch-dogmatischen und praktisch-angewandten Wissenschaften sollten nicht aufgenommen werden. So kamen keine Vertreter der systematischen Theologie und der dogmatisch juristischen Fächer in die Akademie, sondern neben den Philologen nur Exegeten, Kirchen- und Rechtshistoriker, von den Medizinern nur Vertreter der theoretischen Medizin, also etwa die Pathologen, nicht aber die Kliniker. Auch

⁴ Die Präsidenten der Akademie: Viktor von Weizsäcker (1947-1949) Wolfgang Kunkel (1949-1951), Curt Oehme (1951-1953), Reinhard Herbig (1953-1954), Hans Kienle (1954-1958), Heinrich Bornkamm (1958-1960), Paul Günther (1964-1968), Hans-Georg Gadamer (1968-1972), Wilhelm Doerr (1972-1974), Viktor Pöschl (1974-1978), Otto Haxel (1978-1982), Hermann Mosler (1982-1986), Gotthard Schettler (1986-1990), Albrecht Dihle (1990-1994), Heinz A. Staab (1994-1996), Gottfried Seebaß (1996-2000), Gisbert Freiherr zu Putlitz (2000-2002), Peter Graf Kielmansegg (seit 2002).

die Philosophen, die sich damals in Heidelberg im Blick auf die Philosophiegeschichte hauptsächlich als historisch arbeitende Wissenschaftler verstanden, waren vertreten. Von diesen Einschränkungen auf die historisch-auslegend arbeitenden Geisteswissenschaften haben sich die deutschen Akademien und dementsprechend auch die Heidelberger, allmählich in der Zeit des Dritten Reiches, definitiv aber erst seit den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts verabschiedet. Das erklärt, warum manche angesehenen Vertreter der Geisteswissenschaften nicht Mitglieder der Akademie wurden und waren.

Zu dieser Zeit war allerdings auch die Zahl der Mitglieder bereits erheblich erweitert worden. Das geschah im Lauf des vergangenen Jahrhunderts wiederholt, weil sich die Akademie aus einer Heidelberger Gelehrtengesellschaft zu einer Regional- und später zu einer Landesakademie entwickelte. Im Jahr 1916 erhöhte man die Mitgliederzahl auf fünfzehn, 1930 auf zwanzig, 1939 auf fünfundzwanzig, 1958 auf fünfunddreißig und 1988 auf vierzig Mitglieder. Das ist im Blick auf die Hochschul- und Forschungslandschaft Baden-Württembergs eine immer noch kleine Zahl, so daß es stets sehr viel mehr akademiewürdige Gelehrte gibt, als tatsächlich aufgenommen werden können. Indirekt erhöhte sich die Zahl der Akademiemitglieder aber auch dadurch, daß man die Altersgrenze für die Entpflichtung von Mitgliedern, die ursprünglich beim 70. Lebensjahr gelegen hatte, 1974 auf das 68. und 1995 auf das 65. Lebensjahr senkte. So hat die Akademie derzeit neben ihren 80 ordentlichen Mitgliedern mit 85 eine etwas höhere Zahl von ordentlichen, aber entpflichteten Mitgliedern über 65 Jahren. Man kann die Akademie also – wie es in den Printmedien neuerdings immer wieder einmal geschieht – böswillig einen Altherrenverein nennen. Nur ist das eben die natürliche Folge davon, daß niemand seines Alters wegen aus der Akademie ausgeschlossen wird, und wir andererseits eine ständig gestiegene Lebenserwartung haben. Tatsächlich beteiligen sich aber gerade die emeritierten Mitglieder der Akademie besonders intensiv an deren Leben. Und das ist aus verschiedenen Gründen auch sehr verständlich: Denn einmal läßt die derzeitige Belastung durch Forschung, Lehre und Selbstverwaltung jüngeren Akademiemitgliedern oft keine Zeit zur intensiven Teilnahme. Wer jung und früh in die Akademie gewählt wird, ist eben üblicherweise auch an vielen anderen Stellen der scientific community eine gesuchte und gefragte Person. Zum andern wächst erst mit dem souveränen Überblick über das eigene Fach auch die Bereitschaft, fachübergreifende Fragen zu stellen und zu diskutieren. Schließlich bedarf es dazu aber wohl auch der Unbefangenheit und Freiheit des um seine wissenschaftliche Anerkennung nicht mehr direkt Ringenden.

Bei ihrer Gründung war die Akademie zunächst nicht viel mehr als eine Gesellschaft von Gelehrten der Universität Heidelberg. Die Stadt richtete daher ihre Glückwünsche zur Gründung auch nicht an die Akademie, sondern an die Universität. Die großherzogliche Regierung hatte allerdings schon früh an eine Art Landesakademie gedacht und darauf Wert gelegt, daß auch die anderen badi-

schen Hochschulen, Karlsruhe und Freiburg, vertreten sein sollten. Deswegen gab es eine Reihe außerordentlicher, nämlich badischer Mitglieder, und neben ihnen die wirklich ‚auswärtigen‘, die aber lange Zeit nur ehemalige ordentliche Mitglieder umfassten, die Heidelberg verlassen hatten. Erst in der Zeit des Dritten Reiches wurde 1942 das Regionalprinzip durchgesetzt. Ordentliche Mitglieder kamen nun auch aus Darmstadt, Frankfurt/Main, Freiburg, Karlsruhe, Mainz und Straßburg. Zwar wäre angesichts einer erheblich verbesserten Verkehrssituation auch für ordentliche Mitglieder aus diesen Universitäten die Teilnahme an den Sitzungen durchaus zumutbar gewesen; doch nahmen sie reise- und kriegsbedingt kaum an den Sitzungen teil. Außerordentliche Mitglieder gab es nun nicht mehr. Die nicht in der Region ansässigen wurden wie andernorts zu ‚korrespondierenden‘ Mitgliedern.

Damals war freilich die Problematik der Begrenzung auf Heidelberger Gelehrte längst offenbar geworden. Denn im Blick auf die Heidelberger Mitglieder gab es selbst für den Fall, daß die wissenschaftliche Reputation eines Lehrstuhlnachfolgers nicht unbedingt seine Wahl in die Akademie rechtfertigte, die Erwartung der Nachfolge auch in der Akademie. Hinzu kam, daß der an sich berechtigte Wille, möglichst die volle Breite der universitären Disziplinen in der Akademie versammelt zu haben, zu problematischen Zuwahlen führen konnte. Aber auch die Notwendigkeit, fachkompetente Gelehrte für die von der Akademie betriebenen Forschungsvorhaben in den eigenen Reihen zu haben, konnte sich negativ auswirken. Das zeigte sich deutlich in der Zeit des Dritten Reiches. Wie die Heidelberger Universität galt auch die Akademie nicht zu Unrecht als liberal und dem den Nazis verhaßten ‚Weimarer System‘ verbunden. In den Reihen der Akademiemitglieder gab es freilich außer dem Physiker Philipp Lenard, der sich längst aus der Akademie zurückgezogen hatte, keinen engagierten Nationalsozialisten. Mit dem Volkskundler Eugen Fehrle aber wählte man einen solchen zunächst in die philosophisch-historische Klasse und mit dem Physiologen Johann Daniel Achelis einen weiteren in die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Vor allem letzterer betrieb als Sekretar rücksichtslos die Gleichschaltung der Akademie. Dennoch konnte die Akademie ihr wissenschaftliches Niveau auch in der Zeit des Dritten Reiches weithin wahren. Und die Zahl von bis heute insgesamt neun Nobelpreisträgern unter ihren Mitgliedern⁵ spricht wohl ebenfalls für die wissenschaftliche Kompetenz. Und gäbe es für die Geisteswissenschaften so etwas wie einen Nobelpreis, so hätte die Akademie in ihren Reihen wohl auch einige Preisträger.

⁵ Philipp Lenard (Physik 1905), Albrecht Kossel (Medizin 1910), Otto Meyerhoff (Medizin 1922), Carl Bosch (Chemie 1938), Walther Bothe (Physik 1954), Hans Jensen (Physik 1963), Georg Wittig (Chemie 1979), Klaus von Klitzing (Physik 1985), Bernt Sakmann (Medizin 1991).

Mit der Neukonstituierung der Länder nach 1945 begann, verstärkt nach 1955, die Zuwahl von Mitgliedern aus den anderen baden-württembergischen Hochschulen, so daß die aus Heidelberg kommenden Mitglieder deutlich zurücktraten. Heidelberg orientiert sich also wie alle anderen Akademien außer Mainz und Berlin am Regionalprinzip, was nicht mit Provinzialität zu verwechseln ist. Vielmehr wurde sie, indem sie herausragende Gelehrte aus allen Universitäten und Forschungsstätten des Landes Baden-Württemberg aufnahm, nun zu einer wirklichen Landesakademie.

Von Anfang kannte die Akademie Ehrenmitglieder. Die ersten vier waren die, die sich um die Gründung der Akademie besondere Verdienste erworben hatten: der Sohn des Stifters Heinrich Lanz, Carl Lanz und seine Mutter sowie der Jurist Friedrich Endemann und Viktor Salvator Prinz zu Isenburg. 1924 kam mit Victor Schwoerer der Leiter der Hochschulabteilung im badischen Unterrichtsministerium und 1930 mit Friedrich Schmitt-Ott der Gründer und Präsident der Notgemeinschaft für die deutsche Wissenschaft hinzu. Die 1944 beantragte Ehrenmitgliedschaft des nationalsozialistischen Dauerrektors der Universität Heidelberg, Paul Schmitthenner, scheiterte am Einspruch. Später wurden nach Bundespräsident Theodor Heuß vor allem Mäzene der Akademie aus der staatlichen Verwaltung, aus Industrie und Wirtschaft zu Ehrenmitgliedern gewählt⁶.

III. Das Verhältnis zum Staat

Die Bemerkungen zu Mitgliederfragen während der Zeit des Dritten Reiches führen mich – drittens – zur Frage danach, wie sich Akademie und Staat zueinander verhielten und verhalten. Als private Stiftung ohne Staatszuschüsse war die Heidelberger Akademie weithin unabhängig. Nur die vollzogenen Wahlen wurden dem Großherzog angezeigt. Auch später, als der fürstliche Protektor abgetreten war und das Stiftungskapital in der Inflation dahinschmolz, blieb die Akademie, weil der badische Staat erst 1928 mit einem regelmäßigen Staatszuschuß eine Etatisierung vornahm, unabhängig. Diese Zuschüsse wurden auch – deutlich geringer – zwischen 1933 und 1945 gewährt.

Daß die Akademie als ‚staatlich anerkannte, weltliche Landesstiftung‘ öffentlich-rechtlichen Charakter hatte, ohne eine Institution des öffentlichen Rechtes oder des Staates zu sein, war besonders nach der Machtübernahme der Nationalsozialisten von hoher Bedeutung, weil es für diese zunächst keine Möglichkeit

⁶ So Professor Carl Wurster, Vorstandsvorsitzender der BASF; Oberbürgermeister Hans Reschke, Mannheim, Landgerichtspräsident (und Präsident des baden-württembergischen Staatsgerichtshofs) Hans Anschütz; später der Verleger Heinz Götze (1982), der Stuttgarter Architekt Fritz Leonhardt, Hans L. Merkle von der Firma Bosch, Stuttgart, und Herbert Grünwald von der Firma Bayer (1987).

gab, die Heidelberger Akademie ‚gleichzuschalten‘. Zwar begrüßte man auch in der Akademie weithin den ‚nationalen Aufbruch‘, wollte aber an ihrem Charakter nichts ändern. Erst durch die erwähnte Zuwahl von entschiedenen Nationalsozialisten kam es schließlich doch zur Gleichschaltung. 1936 wurde unter den Studenten gegen die ‚liberalistische‘ und ‚restlos von Juden durchseuchte Akademie‘ Stimmung gemacht. Über die Frage der jüdischen Mitglieder kam es zur Spaltung, in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse sogar zur Einstellung der Sitzungen, da einige Nazis sich weigerten mit Juden zusammenzutreffen, und diese an sie herangetragene Zumutung, an den Sitzungen nicht mehr teilzunehmen, ablehnten. Die Akademie schaltete das badische Kultusministerium und dieses das Reichserziehungsministerium ein. Obwohl sich dann das damals bestehende Kartell der deutschen Akademien der Wissenschaften angesichts der wenigen damals noch verbliebenen jüdischen Mitglieder in den Akademien, angesichts der Schwierigkeiten einer Überprüfung der korrespondierenden und eines zu befürchtenden Massenaustritts ausländischer Gelehrter gegen die Durchführung des Reichsbürgerprinzips wandte, betrieben die Heidelberger nationalsozialistischen Akademiemitglieder die Gleichschaltung weiter. Als die Akademie dem Ministerium 1937 eine Bestätigungspflicht der Wahlen einräumte, informierte man die Mitglieder nicht darüber, daß das Ministerium auch an die Bestätigung der früher vollzogenen Wahlen dachte. Im November 1938 verlangte das Ministerium das Ausscheiden aller jüdischen und jüdisch versippten Mitglieder, die denn auch beschämender Weise bürokratisch, ohne jede offizielle Anteilnahme für die Betroffenen und ohne jeden Protest erfolgte. Lediglich ein Mitglied verzichtete aus Solidarität und Protest auf die weitere Mitgliedschaft. Dasselbe vollzog sich – nicht zuletzt aufgrund der Heidelberger Vorgänge – auch in den anderen Akademien. Lediglich zwei Betroffene wurden, weil man sie für die Cusanus-Ausgabe (Ernst Hoffmann) und das Deutsche Rechtswörterbuch (Eberhard Freiherr von Künßberg) brauchte, belassen. 1939 waren von den 37 Akademiemitgliedern des Jahres 1933 sechs verstorben, fünf hatten Heidelberg verlassen, acht waren ausgeschieden und zwei hatten sich zurückgezogen. Diese Halbierung des früheren Mitgliederbestandes zeigt den vollzogenen Wechsel überdeutlich.

Nach dem Krieg durfte sich die Akademie erst 1947 mit einer 1950 genehmigten Satzung neu konstituieren. Dabei konnte man die meisten der ausgeschiedenen Mitglieder zurückgewinnen. Sechs belastete Mitglieder wurden nicht wieder aufgenommen, allerdings auch nie offiziell ausgeschlossen. Mit den belasteten Mitgliedern gab es ein langes Hin und Her, das sich bis 1953 hinzog und sich schließlich durch Nichtbefassung erledigte. Eine wirkliche Selbstreinigung fand nicht statt. Die Akademie fühlte sich in einer Art Verdrängungsprozeß im Blick auf die Vorgänge im Dritten Reich mehr als Opfer denn als Täter⁷.

⁷ Vgl. zusammenfassend: Udo Wennemuth, Die Heidelberger Akademie der Wissenschaften im Dritten Reich, in: *Acta historica Leopoldina* 22 (1995), S. 113-132.

Als eigene Körperschaft konnte sich die Akademie in den fünfziger Jahren dann zügig entwickeln. 1958 wurde sie offiziell als baden-württembergische Landesakademie anerkannt, 1966 erhielt sie den Status einer Körperschaft öffentlichen Rechtes. Eine Etatisierung durch das Land erfolgte allerdings erst 1971. Schließlich erhielt sie 1999 das Recht zur Führung des kleinen Landeswappens Baden-Württembergs.

IV. Finanzierung und Raumfragen

Damit bin ich – die Sache wurde bereits an verschiedenen Stellen berührt – viertens – bei der Frage der Finanzierung der Akademie. Im Blick darauf hatte das Großherzogtum bei der Gründung klar gesagt, daß es die Akademie-Stiftung begrüße, sich aber finanziell nicht beteiligen werde. Das wurde problematisch, als das Stiftungskapital nach dem Ersten Weltkrieg und der nachfolgenden Inflation am Ende war. 1926 strich man deswegen den Zusatz ‚Stiftung Heinrich Lanz‘ aus dem Namen der Akademie. Zwar gab es noch einige nachfolgende Stiftungen an die Akademie, aber die waren jeweils genau zweckbestimmt und nicht eben erheblich. So verhandelte man bereits 1925 mit dem Land Baden über eine Etatisierung, brachte es aber nur zu höchst unregelmäßigen Zuschüssen. Erst seit 1928 und erneut seit 1933 wurden die Staatszuschüsse geregelt, die später auch vom Land Baden und dann vom Land Baden-Württemberg kamen. Die wirkliche Etatisierung der Akademie wurde erst im Jahr 1971 erreicht. So war man vorher, aber auch später im Blick auf die wissenschaftlichen Vorhaben immer wieder auf Drittmittel von Stiftungen – der Gerda-Henkel-Stiftung, der Fritz-Thyssen-Stiftung, der Volkswagenwerk-Stiftung und vor allem der Deutschen Forschungsgemeinschaft – angewiesen. Das änderte sich im Blick auf die Forschungsvorhaben erst, als 1979 die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung einen Akademienausschuß einsetzte und das Akademienprogramm zu je 50% vom Bund und den Ländern finanziert wurde. Faktisch ruht die Finanzierung der Heidelberger Akademie seitdem auf drei Säulen: auf der Finanzierung durch das Land Baden-Württemberg, in dem auch Forschungsvorhaben inbegriffen sind, auf der Bund-Länder-Finanzierung und auf den Drittmitteln, die größtenteils von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, aus Stiftungen und eben dem Verein zur Förderung der Heidelberger Akademie der Wissenschaften kommen, den es seit 1974 gibt. Der Haushalt liegt derzeit bei rund 8,5 Millionen Euro. Unsicher ist freilich die für die Forschungsvorhaben der Akademie grundlegende Bund-Länder-Finanzierung. Früher waren es oft die Länder, heute sind es Bund und Länder, die an Einsparungen denken. Faktisch werden die Zuwendungen aber schon jetzt ständig geringer, da keine die Kostensteigerungen auffangende Erhöhung erfolgt.

Nur kurz sei darauf hingewiesen, daß sich in der Akademie wie in den Universitäten ein wachsender Einfluß des Landes über die Finanzierung feststellen läßt.

Nicht nur, daß das Land neuerdings zu erkennen gibt, welche Vorhaben es zu finanzieren oder nicht zu finanzieren bereit ist, es nimmt auch davon abgesehen Einfluß. So wurde der Heidelberger Akademie ein – dann übrigens sehr gut strukturiertes und durchgeführtes – Programm für Nachwuchswissenschaftler nachdrücklich angetragen. Und auch über die von der Bund-Länder-Kommission inzwischen über die Union der Akademien an diese geleiteten Gelder wird indirekt Einfluß ausgeübt. Daß Humboldt 1810 schrieb, daß der Staat den Institutionen der Wissenschaft „immer hinderlich ist, sobald er sich hineinmischte, daß die Sache an sich ohne ihn unendlich besser gehen würde“ scheint in unseren Kultusministerien weithin vergessen zu sein. Denn unter der Überschrift von angeblich mehr Freiheit und Autonomie für die wissenschaftlichen Institutionen wird de facto beides eher beschnitten.

Ein mit den Finanzen der Akademie von Anfang an verbundenes Problem war die Raumfrage. Die Stiftung reichte nicht, sich ein eigenes Domizil zu schaffen. Ein Mannheimer Kaufmann, der gern den Titel Commerzienrat führen wollte, war bereit, die Mittel zum Bau eines Hauses zu stiften. Leider erhielt er von der badischen Regierung schon vor Vollzug der Stiftung den begehrten Titel, so daß er für sie keinen Anlaß mehr sah. Als 1920 das großherzogliche Palais am Karlsplatz dem Fiskus Badens zufiel, erhielt die Akademie dieses schöne Gebäude, in dem der Großherzog am Abend vor der Gründungsfeier die Akademiemitglieder empfangen hatte, zugewiesen. Es wurde zwischen 1715 und 1717 für Carl Philipp Freiherr von Hundheim von dem Architekten Louis Remy de la Fosse (1666-1726), der auch am Charlottenburger Schloß und am Darmstädter Schloß beteiligt war, erbaut. Im Jahr 1767 kam es durch Ankauf an die kurfürstliche Regierung und deren Oberamtmann Ferdinand Joseph Wrede, dessen Tochter man während seines ersten Heidelberger Aufenthalts gern mit Goethe verknüpfelt hätte. Seit 1805 wurde es als Wohnsitz der großherzoglichen Familie zum Studium der Söhne benutzt. In den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts erklärte man sich bereit, der Theologischen Fakultät im Palais Räume zu überlassen, wurde aber dadurch erheblich eingeengt. Erst nach dem Neubau eines Seminars für die Theologen und deren Auszug wurde 1974-1976 eine umfassende und vor allem das Obergeschoß originalgetreu wiederherstellende Restaurierung vorgenommen. Die Einweihunginschrift in der Durchfahrt des Erdgeschosses verkündet mit Recht, es handele sich um die *innumerabilium eruditorum sedes carissima* (den liebsten Aufenthaltsort unzähliger Gelehrter)⁸. Für die Forschungsstellen reicht das Palais mit den beiden Hofhäusern allerdings nicht. Nur drei von ihnen konnten darin untergebracht werden. Die meisten anderen sind, mit Ausnahme der auswärtigen Forschungsstellen in Pforzheim und Tübingen, in Räumen der Universität, einige auch in angemieteten

⁸ Vgl. dazu: Die Heidelberger Akademie der Wissenschaften, 2Heidelberg 1986, S. 12-18.

Räumen untergebracht. Was die Akademie dringend benötigt, ist ein Mehrzweckgebäude für die geistes- und kulturwissenschaftlichen Forschungsstellen in der Altstadt Heidelbergs. Doch ist damit angesichts der finanziellen Lage des Landes und dem Fehlen eines großzügigen Stifters derzeit kaum zu rechnen.

V. Wissenschaftliche Arbeiten und Leistung

Nach dem, was die Arbeit der Akademie strukturiert und ermöglicht, nun – fünftens – zu ihren eigentlichen Aufgaben. Ihrem Charakter entsprechend war die Akademie zunächst eine gelehrte Gesellschaft, in der jeweils eines der Mitglieder in den Sitzungen vortrug und dann Aussprache und Diskussion folgte. Anfangs tagten die Klassen fast ausschließlich getrennt. Es gab nur sehr wenige gemeinsame Sitzungen. Die Sitzungsberichte erschienen von Anfang an im Universitätsverlag Carl Winter. In ihrer Reihe zu veröffentlichen, galt damals und noch bis vor etwa vierzig Jahren als eine Ehre. So ist eine Reihe bedeutender Untersuchungen in den Sitzungsberichten erschienen. Das hat sich inzwischen geändert. Zwar gibt es immer noch fulminante Vorträge und Diskussionsbeiträge in den Sitzungen. Aber oft wird eine Publikation andernorts vorgezogen, weil die Sitzungsberichte – oder Schriften der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, wie sie heute heißen, – nicht genügend bekannt und publik gemacht werden.

Die Sitzungen sind auch heute noch das Herzstück der Akademie mit einem regen Austausch zwischen den Fakultäten und Disziplinen. Sie finden stets in Heidelberg statt. Doch tritt die Akademie seit den achtziger Jahren mindestens einmal im Jahr an einer der vielen anderen Hochschulen des Landes zusammen, um auch auf diese Weise den Status der Landesakademie zu dokumentieren. Leider wird – vor allem in den Ministerien – die Bedeutung des akademischen und interfakultären Gesprächs in den Akademien nicht in seiner Bedeutung für die Wissenschaft gewürdigt, obwohl es gegenüber der Zeit vor 1945 eher noch wichtiger geworden ist, weil es sich in dem so zahlreich gewordenen Lehrkörper der Massenuniversitäten kaum noch vollzieht⁹. Schon früh ging man dazu über, die Sitzungen für fachkundige Gäste zu öffnen. Inzwischen gibt es mehr und mehr Gesamtsitzungen, bei denen eine engere Verbindung der Klassen in Referat und Korreferat angestrebt wird. Doch müßten die Akademien – ich nehme die unsere nicht aus – den in ihnen geführten wissenschaftlichen Austausch in seiner Bedeutung für Wissenschaft und Gesellschaft deutlicher herausstellen.

⁹ Dem Vortragenden war die Mitgliedschaft in der Akademie und die Anregungen, die er von Kunsthistorikern, Juristen, Historikern, Politologen und Philologen für das eigene Fach, die Historische Theologie, erhielt, so wichtig, daß er auch aus diesem Grund verschiedene Rufe an andere Universitäten ablehnte.

Nicht gerade durchschlagenden Erfolg hatte die Akademie bisher mit öffentlichen Vorträgen oder Vortragsreihen. Das liegt sicher auch an dem für Heidelberg überreichen sonstigen Angebot. Hingegen finden die Tage der ‚offenen Tür‘, die seit einigen Jahren veranstaltet werden, bis in die Forschungsstellen hinein reges Interesse.

Das gilt auch für die großen wissenschaftlichen Symposien, die teils im Zusammenhang mit bestimmten Forschungsvorhaben, teils aber auch von der Gesamtakademie veranstaltet werden. Letztere gewinnen nicht selten auch den Charakter von Politikberatung. Ich denke etwa an das Symposium zum Thema *Gesundheit, unser höchstes Gut?*, das sich vor einigen Jahren den aktuellen Fragen einer tragfähigen Gesundheitspolitik widmete.

Von Beginn an standen neben den Sitzungsberichten die Abhandlungen, Schriften, die nicht nur von den Mitgliedern stammen. Denn die Mitglieder konnten stets auch Arbeiten anderer Verfasser zur Publikation vorschlagen. In den Abhandlungen erschienen vor allem Arbeiten, die – obwohl wissenschaftlich bedeutend – im Blick auf die Wirtschaftlichkeit von den Verlagen abgelehnt worden wären. Das hat sich eher noch verstärkt. Die Abhandlungen bieten oft sehr spezielle Untersuchungen, bleiben aber gerade deshalb für die Wissenschaft von erheblicher Bedeutung.

Als kleine gelehrte Gesellschaft und wegen der nach 1918 schwindenden finanziellen Möglichkeiten konnte die Akademie nicht daran denken, große Forschungsvorhaben wie die Preußische und die Bayerische Akademie in Gang zu setzen. Immerhin wurde ein Index zum Codex Theodosianus und ein Babylonisch-assyrisches Wörterbuch sowie ein Katalog der illustrierten astrologischen Handschriften des lateinischen Mittelalters erarbeitet. Im übrigen beschränkte man sich auf die Unterstützung von Forschungen, die die Mitglieder im Rahmen ihrer Universitätsinstitute betrieben. Das gilt vor allem für die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse. Hier zeigte sich schon früh, daß Großforschung in diesem Bereich von den Akademien mit ihren beschränkten Ressourcen nicht betrieben werden konnte. Deswegen wurde ja auch die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft gegründet, deren Nachfolgerin, die Max-Planck-Gesellschaft bis heute die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung betreibt. Und für die angewandte naturwissenschaftliche Forschung gab es später die Fraunhofer-Gesellschaft. So hat sich der geistes- und kulturwissenschaftliche Schwerpunkt in unserer Akademie wie bei den anderen deutschen Akademien der Wissenschaften sehr schnell herausgebildet. Der aus dieser Entwicklung erst jüngst gezogenen Konsequenz des Wissenschaftsrates, in den Akademien überhaupt keine naturwissenschaftlichen Forschungsvorhaben mehr zu betreiben, steht die Akademie allerdings kritisch gegenüber. Die Implementierung von größeren Forschungsvorhaben vollzog sich in unserer Akademie im wesentlichen in drei Phasen, die ich folgenden mit ausgewählten Beispielen vorstelle:

Die erste Phase begann, als die Heidelberger Akademie der Wissenschaften Ende der 20er Jahre eigene, von der Universität unabhängige Forschungsvorhaben ins Leben rief, so etwa die Sammlung der badischen Weistümer und Dorfrechte und ein Projekt zur Geschichte der Universität Heidelberg, das – öfter unterbrochen – 2003 unvollendet abgebrochen wurde. Dagegen konnte die 1927 begonnene, große kritische Gesamtausgabe der Schriften des spätmittelalterlichen Theologen und Philosophen Nikolaus Cusanus in diesem Jahr abgeschlossen werden. Selbstverständlich beteiligte man sich an gemeinsamen Vorhaben mit anderen Akademien, so etwa der Sammlung der deutschen Inschriften bis 1650 – einem immer noch laufenden Unternehmen, das angesichts von Kriegs- und Umweltzerstörungen in seiner Bedeutung ständig gestiegen ist. Dazu gehört auch die Publikation der Schriften der Kirchenväter der Alten Kirche, ein wirkliches Großvorhaben. Für das Deutsche Rechtswörterbuch der Berliner Akademie bestand in Heidelberg ursprünglich nur eine Arbeitsstelle, die bis 1949 fortgesetzt wurde. Dann übernahm die juristische Fakultät das Vorhaben, und schließlich ging es an die Akademie über. Es erschließt über das große Grimmsche Wörterbuch hinaus einen reichen Schatz an Wörtern und Begriffen, ohne deren Kenntnis uns die Rechtsdokumente der Vergangenheit unverständlich blieben. Wer würde zum Beispiel einen ‚Kirchensender‘ als den rechtskundigen Laien im kirchlichen Sendgericht identifizieren oder einen ‚Mietherrn‘ als den vertretungsweise bezahlten Hilfsgeistlichen eines Pfarrers. Die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse beschränkte sich im Blick auf die schmalen Ressourcen der Akademie lange Zeit auf die Unterstützung universitärer Forschung in ihrem Bereich.

Die zweite Phase wurde durch die staatliche Finanzierung durch das Land Baden und später durch Baden-Württemberg seit Anfang der 50er Jahre ermöglicht. Nun konnte man daran denken, Forschungsvorhaben von Akademiemitgliedern in eigenen Forschungsstellen zu betreiben. Die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse gründete eine Geomedizinische Forschungsstelle, die sich zwischen 1951 und 1996 nicht nur mit bestimmten Krankheiten und Krankheitsbildern weltweit befaßt, sondern auch medizinische Landeskunden erarbeitete. Außerdem begann man mit der radiometrischen Altersbestimmung von Wasser und Sedimenten und beteiligte sich an astronomischen Beobachtungen in den Pyrenäen und auf Teneriffa. In der Biologie betrieb man auf Madagaskar eine Sukkulantenforschung, an jenen Pflanzen also, die zu einer umfangreichen Speicherung von Wasser in ihrem Grundgewebe fähig sind. Die Klasse schuf eine Forschungsstelle zur mathematischen Logik und übernahm das Zentralblatt für Mathematik und die mathematischen Abstracts. Der Schwerpunkt der Vorhaben lag jedoch weiterhin bei den Geisteswissenschaften und deren Grundlagen: den Editionen, Wörterbüchern und Lexika. Damals begann man mit dem großartigen Vorhaben eines Bildarchivs zur antiken Mythologie, dessen Ertrag inzwischen in dem umfangreichen *Lexicon iconographicum mythologiae*

classicae vorliegt. Gleichzeitig konnten die für die Frühe Neuzeit bedeutenden Editionen der deutschen Schriften des Straßburger Reformators Martin Bucers und des Briefwechsels von Philipp Melanchthon begonnen werden. Daneben sind die international bedeutenden Vorhaben zu nennen, wie das Wörterbuch des Altokzitanischen, das den Süden, und das Altgaskognische Wörterbuch, das den Südwesten Frankreichs betrifft. Nicht zu vergessen die auf den regionalen und lokalen Raum bezogenen Forschungsvorhaben wie die Medaillen der Pfalzgrafen und Kurfürsten bei Rhein, die in einem großen zweibändigen Werk gesammelt und erschlossen wurden, die Quellen zur Heidelberger Universitätsgeschichte und die Erschließung der Heidelberger Papyrus- und Antikensammlungen. Die Beschäftigung mit den Zeptern der Heidelberger Universität weitete sich zu einer großen dreibändigen Sammlung der europäischen Universitätszepter im Corpus Sceptorum.

Die dritte Phase mit einer erneuten Ausweitung der Forschungsvorhaben vollzog sich dann in den 70er Jahren, als Bund und Länder das Akademienprogramm ins Leben riefen und die Deutsche Forschungsgemeinschaft die von ihr begonnenen Langfristvorhaben an die Akademien abgab. Auch die Heidelberger Akademie der Wissenschaften übernahm eine Reihe solcher Vorhaben. Zu nennen sind zwei große Unternehmungen, mit denen die in deutscher Sprache umfangreichsten Corpora einzelner Autoren erschlossen werden: das Register zu den über hundert Bände umfassenden Werken Martin Luthers und das Goethe-Wörterbuch, an dem die Göttinger Akademie der Wissenschaften beteiligt ist. Die Vorstellung, solche Arbeiten seien bei digitalisierten Ausgaben überflüssig, ist keineswegs zutreffend. Denn erstens würde angesichts der Fülle der Belege zu einzelnen Wörtern und Begriffen auf diesem Weg immer erneut von vielen Forschern eine enorme Zeit für Sucharbeiten aufgewendet, und zweitens handelt es sich bei dem Register nicht einfach um einen Stellennachweis – wem nützt es, wenn er zu einem gesuchten Begriff bei Luther dreihundert Belege findet, die er dann einzeln im Zusammenhang aufsuchen muß? –, sondern um den wissenschaftlich-kritisch erhobenen Sprachgebrauch. Die Kulturgeschichte des deutschen Südwestens wurde mit der Herausgabe des Briefwechsels des berühmten Humanisten und Juristen Johannes Reuchlin aus Pforzheim, mit der Herausgabe der Evangelischen Kirchenordnungen des 16. Jahrhunderts sowie der Erschließung der Musik der Mannheimer Hofkapelle des 18. Jahrhunderts intensiv berücksichtigt. Hinzutreten erneut international bedeutende Vorhaben: Vor allem die Epigraphische Datenbank, die eine Sammlung sämtlicher antiker lateinischer Inschriften darstellt, und die Sammlung der Felsbilder und Felsinschriften am Karakorum Highway, an dessen begleitenden Berghängen sich die hindurchgezogenen Völkerschaften in über 20 verschiedenen Sprachen und in Bildern verewigt haben. Hinzukamen das Spanische Wörterbuch des Mittelalters (bis ca. 1400) und das altfranzösische etymologische Wörterbuch. Die mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse konnte eine umfassende Baubeschreibung des berühmten Castel del Monte Fried-

richs II. vorlegen, übernahm aber auch die in Karlsruhe angesiedelte Weltkarte der tektonischen Spannungen, dessen Bedeutung angesichts jüngster Ereignisse jedem unmittelbar deutlich ist.

Betrachtet man die Verteilung der Forschungsvorhaben der Heidelberger Akademie auf die großen Epochen der Geschichte, so fällt eine Konzentrierung in Antike, Mittelalter und früher Neuzeit auf. Dahinter stand keine bewußte Planung. Es erweist sich aber im Blick auf manche arbeitsrechtlichen Zwänge, denen auch die Akademien unterliegen, als vorteilhaft, weil wissenschaftliche Mitarbeiter in Dauerstellen auf diese Weise leichter nach dem Auslaufen eines Vorhabens in ein anderes integriert werden können.

Lassen Sie mich für diejenigen unter ihnen, die damit nicht vertraut sind, kurz erläutern, worum es bei der kulturwissenschaftlichen Grundlagenforschung geht: Alle Kultur- und Geisteswissenschaften enthalten in sich eine historische Dimension. Mit welchen Quellen auch immer sie sich beschäftigen, mit den uns überkommenen Überresten, mit Texten oder Bildern – stets handelt es sich um etwas, das aus vergangener Zeit stammt, sei es der jüngsten oder einer weit zurückliegenden Vergangenheit. Diese Quellen müssen für die wissenschaftliche Bearbeitung gesammelt, allgemein zugänglich gemacht und erschlossen werden. Für die Kulturwissenschaften ist das Grundlagenforschung, die nur arbeitsteilig verwirklicht werden kann. Ich versuche, Ihnen das an einem Beispiel zu verdeutlichen. Unsere Akademie gibt – wie erwähnt – die Deutschen Schriften des Straßburger Reformators Martin Bucer heraus. Das geschieht zum ersten Mal, denn in den Zeiten scharfer Abgrenzung der Konfessionen gegeneinander interessierte man sich nicht für einen Mann, der sich konfessionell nicht ganz eindeutig zuordnen ließ und deswegen erst im vergangenen Jahrhundert mit seinen ökumenischen Anstrengungen Interesse fand, obwohl er über seinen Einfluß auf Johannes Calvin nicht nur die reformierten Kirchen, sondern in seinen letzten Lebensjahren in Cambridge auch die Bildung der englischen Staatskirche maßgeblich beeinflusste. Wir haben jetzt erstmals eine Zusammenstellung der von ihm gedruckten Schriften, eine Bibliographie erarbeitet. Das ist trotz der inzwischen auf EDV verfügbaren Bibliothekskataloge ein mühseliges Geschäft. Denn sehr oft sind die Angaben der Kataloge so ungenau, daß die Ausgaben nicht eindeutig zu identifizieren sind. Man muß also entweder um sehr genaue Auskünfte in den Bibliotheken bitten oder selbst hinfahren. Dazu haben zwei meiner Mitarbeiter mehr als zwei Jahre gebraucht. Nimmt man noch hinzu, daß es eine Fülle ungedruckter, handschriftlich überlieferter Schriften gibt, so kommen aufwendige Sucharbeiten in einer Fülle von süddeutschen und mitteldeutschen Archiven und Bibliotheken hinzu. All das könnte ein einzelner Wissenschaftler niemals leisten. Doch ist das nur der erste Schritt. Mit dem Nachweis der einzelnen Drucke und Handschriften ist es nicht getan. Zwar meint man heute gelegentlich, eine Publikation der Texte sei nicht nötig, da man sie sich auf Film, in Kopie oder digitalisiert schnell beschaffen könne. Nur: Wer kann

die lateinischen Texte mit ihrer Fülle von Abkürzungen und die teilweise schwer zu entziffernden Handschriften lesen? Da nützen Kopien wenig. Um schwierige Handschriften zu entziffern, bedarf es monatelangen Einlesens und immer erneuter Versuche. Welcher Professor, der den üblichen Pflichten in Lehre und Selbstverwaltung nachkommt, kann diese Zeit investieren? Viele Historiker, die hervorragend interpretieren und Geschichte darstellen können, sind weder in der Lage noch willens, derartige Arbeiten auf sich zu nehmen. Aber auch mit Umschrift und Publikation des Materials ist es nicht getan. Es bedarf der Einordnung in die geschichtlichen Zusammenhänge, in die Begrifflichkeit und das Denken des Autors, wenn man Fehlinterpretationen erkennen oder vermeiden will. Deswegen bleiben Sammlungs-, Publizierungs- und Erschließungsarbeiten in Kommentaren, Registern und Lexika die unentbehrliche Grundlage für alle weitergehende und eingeschliffene Vorstellungen in Frage stellende Forschung in den Kultur- und Geisteswissenschaften.

Daß die Akademien sich bereit erklärten, Langzeitvorhaben und wissenschaftliche Daueraufgaben von der Deutschen Forschungsgemeinschaft zu übernehmen, wurde ihnen nicht gedankt, hat vielmehr in den vergangenen Jahren zunehmend zu Kritik an den Akademien geführt. Diese Kritik hat im wesentlichen vier Ansatzpunkte:

Einmal wird die ursprünglich nur auf die Finanzierung bezogene Bezeichnung ‚Akademienprogramm‘ auf die Gesamtheit der geförderten Vorhaben übertragen und dann eben auch eine Programmatik für das Programm gefordert. Dabei wird übersehen, daß es sich nicht um einander planmäßig zugeordnete Vorhaben handelte, sondern daß allein unter dem Aspekt der Langfristigkeit völlig disparate Unternehmungen verschiedener Forscher gebündelt wurden. Das kann schlechterdings kein ‚Programm‘ ergeben. Ein solches Programm wäre auch nicht wünschenswert, weil dabei die Spontaneität und Kreativität des einzelnen Gelehrten oder eines Teams von Gelehrten, auf die die Forschung stets angewiesen ist, nicht zum Zuge käme.

Ein zweiter Kritikpunkt: Hier handle es sich nicht um Forschung, sondern um die Sammlung von Material, die mit Wissenschaft eigentlich nichts zu tun habe. Diese Kritik aber offenbart lediglich fehlende Sachkenntnis. Denn jeder, der einmal einen Band der Register zu Luthers Schriften oder einen der deutschen oder der lateinischen Inschriften in der Hand gehabt hat, merkt sofort, wie viel wissenschaftliche Forscherarbeit in diesen Werken steckt. Darüber hinaus nehmen die sich über Jahrzehnte und gelegentlich Jahrhunderte erstreckenden Projekte ganz selbstverständlich an den sich verändernden Fragestellungen und Methoden der Wissenschaften teil, treiben sie nicht selten auch voran.

Drittens wurde immer wieder – selbst von Präsidenten der Deutschen Forschungsgemeinschaft, unter deren Leitung solche Langzeitvorhaben begonnen wurden – die Langfristigkeit bemängelt. Dazu ist zunächst zu sagen, daß für die mühsa-

me Sammlung und Bereitstellung von Materialien mit hohem Quellenwert für ganz verschiedene Fragestellungen einer Fülle der Fülle von Disziplinen ebenso wie für die lexikalische Erschließung umfangreicher Quellencorpora in jedem Falle mit langen Zeiträumen zu rechnen ist. Sie lassen sich auch durch den Einsatz von mehr Personal nur begrenzt verkürzen, weil damit erfahrungsgemäß interne Reibungsverluste auftreten. Hinter dem Monitum der Langfristigkeit steht aber unausgesprochen auch die irrige Annahme, solche Vorhaben seien wissenschaftlich erst nutz- und fruchtbar, wenn sie abgeschlossen seien. Das aber ist nicht der Fall. Denn im Unterschied zu einem Kraftfahrzeug, das tatsächlich erst benutzt werden kann, wenn es rundum fertig und fahrtüchtig ist, gilt das von den wissenschaftlichen Langzeitunternehmungen nicht. Die bereichern nämlich die Wissenschaft bereits während ihrer Erarbeitung und ihres Erscheinens, ganz unabhängig davon, ob sie ‚fertig‘ sind oder nicht.

Viertens wurde immer wieder der Verdacht geäußert, hier werde zu wenig kontrolliert, weil es um die bis zum Ruhestand dauernde Beschäftigung von wissenschaftlichen Angestellten gehe. Tatsächlich aber hat unsere Akademie stets, wenn sie eigene Forschungsvorhaben entwickelte oder andere übernahm, die diese Vorhaben kritisch begleitenden Kommissionen nicht nur mit Akademiemitgliedern, sondern mit international ausgewiesenen Fachleuten besetzt. Sicher haben diese Kommissionen ihre kontrollierenden und steuernden Aufgaben unterschiedlich wahrgenommen, insgesamt aber wohl ebenso kritisch wie die inzwischen installierten aufwendigen Evaluationsprozesse. Daß solche Evaluationen ‚von Außen‘ notwendig sind, wird damit nicht bestritten. Erfreulicherweise haben die bisherigen Evaluationen im allgemeinen auch die kritische Arbeit der die Forschungsvorhaben begleitenden Kommissionen bestätigt.

Berechtigt ist selbstverständlich die Frage, ob man sich in Zeiten finanzieller Engpässe der öffentlichen Hand so viele bedeutende kultur- und geisteswissenschaftliche Unternehmungen leisten kann und will. Angesichts des immer wieder von den Rechnungshöfen aufgedeckten relativ sorglosen Umgangs mit Staatsfinanzen dürfte das ‚kann‘ kaum in Frage zu stellen sein. Hingegen scheint man unter dem derzeit allein das ökonomisch Fruchtbare wertenden Zeitgeist nicht mehr willens, solche Vorhaben, auf denen auch international das wissenschaftliche Ansehen der Bundesrepublik beruht, im bisherigen Umfang fortzuführen. Es ist daher zu begrüßen, daß der Wissenschaftsrat in einem eigenen Gutachten die geistes- und kulturwissenschaftlichen Vorhaben der Akademien gewürdigt hat.

Die Nachwuchsförderung schließlich wurde in der Akademie in den vergangenen 40 Jahren vor allem durch die Vergabe von Preisen für Nachwuchswissenschaftler betrieben. Seit 1974 gibt es alle zwei Jahre den vom Verein zur Förderung der Akademie gestifteten Akademiepreis, den beide Klassen wechselnd vergeben. Einen Preis für die Naturwissenschaften stiftete 1986 die Firma Freudenberg/Weinheim in Erinnerung an Carl Freudenberg. Schließlich wurde 1996 der Carl-Witzenmann-Preis für die Geisteswissenschaften gestiftet. Dar-

über hinaus bestimmt die Akademie die Träger des 1955 von der Stadt Pforzheim gestifteten und vergebenen Reuchlin-Preises. Vor allem auf Anregung des Ministeriums entschloß sich die Akademie, ein eigenes Nachwuchsprogramm einzurichten, das seit 2002 gut angelaufen ist. Zwei Themenbereiche werden derzeit mit großem Erfolg bearbeitet: *Gehirn und Geist* sowie *Kulturelle Grundlagen der europäischen Einigung*.

VI. Das Verhältnis zu den anderen Akademien

Abschließend noch ein Blick auf die Einbindung der Akademie in die deutsche Akademienlandschaft. Die Gründung der Heidelberger Akademie vollzog sich im Blick auf andere ja relativ spät. Nach ihr wurden nur noch die Mainzer und die Düsseldorfer Akademie der Wissenschaften ins Leben gerufen. Da man die Heidelberger Akademie zu Anfang nicht ganz zu Unrecht als Gelehrten-gesellschaft der Universität betrachtete, gab es bereits 1911 in Freiburg eine als Gegenründung konzipierte Gelehrte Gesellschaft, zu der sich aber ebenso wie zur Straßburger Wissenschaftlichen Gesellschaft sehr schnell ein gutes Verhältnis entwickelte. 1911 wurde die Akademie bereits in das seit 1893 bestehende Kartell der Akademien 1893 aufgenommen und übernahm 1916 und 1923 – beide Male in problematischen Jahren – den Vorsitz im Kartell. An die Stelle des Kartells trat 1940 der Reichsverband der Akademien, der aber 1945 endete. Doch schlossen sich bereits 1950 die Akademien wieder zu einer Arbeitsgemeinschaft zusammen, die seit 1967 als Konferenz der Akademien auftrat und sich 1991 als eingetragener Verein konstituierte, um die Belange der Akademien nach außen zu vertreten. Dieser Verein, der sich seit 1996 als ‚Union‘ der deutschen Akademien bezeichnet, erhielt mit seiner Geschäftsstelle in Mainz vor allem aufgrund der Bund-Länder-Finanzierung des sogenannten Akademienprogramms eine zentralisierende Funktion, die zumindest in Heidelberg nicht gern gesehen wurde. Ebenso skeptisch steht die Akademie der seit etwa zehn Jahren andauernden Diskussion über die Gründung einer deutschen Nationalakademie gegenüber. Es darf daran erinnert werden, daß nur sehr wenige Länder – darunter Österreich – eine Nationalakademie besitzen, daß aber gerade für Deutschland, wie etwa auch für Italien, die Vielzahl regionaler Akademien charakteristisch ist. Nichts wäre dagegen einzuwenden, wenn sich in Deutschland weitere regionale Akademien bildeten, für eine Nationalakademie aber besteht angesichts des Reichtums, den wir in den unterschiedlichen Akademien haben, keinerlei Notwendigkeit. Was wirklich notwendig wäre, ist eine in einem eigenem Gremium laufend stattfindende Zusammenarbeit und gegenseitige Information der großen deutschen Forschungsinstitutionen mit der Kompetenz zur Zusammenstellung von wissenschaftlichen Gutachter- und Beratungsgremien. Dort könnte sich auch die Heidelberger Akademie der Wissenschaften, die ich Ihnen damit heute vorstellen wollte, über die Union der Akademien zukunftsweisend einbringen.

Moderne Managementkonzepte*

JOACHIM HENTZE

Betriebswirtschaftslehre: Unternehmensführung
Technische Universität Braunschweig
Brachvogelweg 4, D-30916 Isernhagen

0. Einführung

Die Entwicklung neuer Managementtechniken vollzieht sich zum Teil schneller als Veränderungen in der Modebranche. Einige, wie zum Beispiel Speed Management oder Championing, verschwanden vom Markt so schnell wie sie erschienen. Andere lösten beständige Veränderungen von internationaler Bedeutung aus.

Im Rahmen dieses Beitrags werden zehn wichtige Managementkonzepte vorgestellt und diskutiert, die seit den 80er-Jahren entwickelt worden sind und die seitdem nicht an Attraktivität verloren haben (s. Abbildung 1).

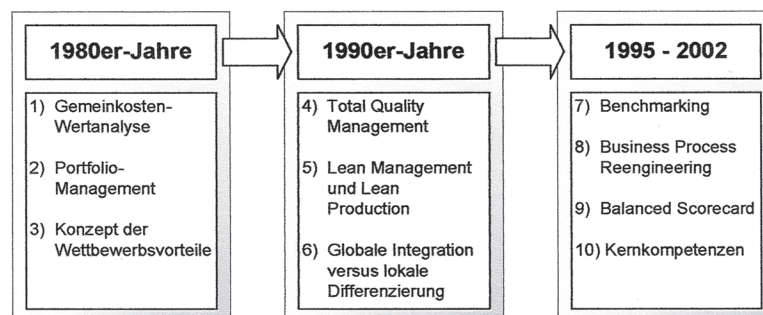


Abb.1: Moderne Managementkonzepte im Überblick

1. Gemeinkosten-Wertanalyse

Viele Unternehmen kämpfen mit drastisch gestiegenen Gemeinkosten, zu denen alle Kosten des Unternehmens zu rechnen sind, die nicht direkt der Erzeu-

* Vortrag gehalten am 23.04.04 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

gung oder dem Vertrieb im Unternehmen hergestellter Produkte oder Dienstleistungen zuzuordnen sind (vgl. Roever 1980, S. 686). Roever (1980) nennt drei Grundprobleme der Gemeinkosten, die eine exakte Zuordnung und Eindämmung des Kostenanstiegs erschweren. Erstens kommt es durch die Komplexität von Produkten und Dienstleistungen zu einer großen, unübersichtlichen Gemeinkostenvielfalt. Zweitens wird eine exakte Kostenzurechnung im Gemeinkostenbereich erschwert durch vielfältige, teilweise einmalige Sonderleistungen, die nicht exakt definiert und zugeordnet werden können. Drittens fehlt häufig ein interner Markt für die erbrachten Leistungen, so dass keine Preis- und Kostenkontrolle über einen Wettbewerb stattfinden kann (vgl. Roever 1980, S. 687).

Die von McKinsey entwickelte Methode der Gemeinkosten-Wertanalyse (Overhead Value Analysis) hat sich seit Ende der 70er-Jahre als Methode zur Kostensenkung im Gemeinkostenbereich durchgesetzt. Es handelt sich um eine konzeptionell einfache Methode, durch die die anfallenden Gemeinkosten relativ genau ermittelt werden können. Durch Zusammenführung der Nutzer der Gemeinkosten-Produkte oder -Dienstleistungen werden marktähnliche Bedingungen hergestellt, zudem sichern Verhandlungen zwischen Lieferanten und Abnehmern dieser Leistungen eine abnehmerorientierte Steuerung und Kontrolle des Gemeinkostenbudgets (vgl. Roever 1980, S. 688).

Das Verfahren der Gemeinkosten-Wertanalyse läuft in vier Hauptschritten ab (vgl. Roever 1980, S. 688f.):

- 1) **Strukturierung von Leistungen und Kosten:** Aufstellung der Leistungen, die innerhalb einer Kostenstelle für andere Kostenstellen erstellt werden und Abschätzung der Kosten für diese Leistungen
- 2) **Entwicklung von Ideen für ein besseres Kosten-/ Nutzenverhältnis:** Untersuchung von Einsparungsmöglichkeiten, insbesondere Identifizierung überflüssiger Leistungen und rationeller abwickelbarer Leistungen
- 3) **Bewertung der gesammelten Ideen:** Untersuchung (eventueller negativer wirtschaftlicher Folgen) von Einsparungsmöglichkeiten
- 4) **Konkretisierung und Umsetzung verwertbarer Ideen:** Planung der Umsetzung, Festlegung von Terminen und Verantwortlichkeiten

Die mit Hilfe der Gemeinkosten-Wertanalyse erzielten Gemeinkosten-Einsparungen liegen in der Regel zwischen 10 und 20%. Die so verbesserte Kostenstruktur ermöglicht Preiskalkulationen, durch die die Wettbewerbsposition des Unternehmens deutlich gestärkt wird. Zusätzlich verbessert sich die Handlungsfähigkeit der Organisation durch einen Abbau von Bürokratie, die Zusammenarbeit und die Motivation der Beteiligten erhöht sich, und es wird eine Datenbasis zur Gemeinkosten-Kontrolle geschaffen (vgl. Roever 1980, S. 689f.).

2. Portfolio-Management

Das Konzept des Portfolio-Managements der Boston Consulting Group ist das bekannteste und am weitesten verbreitete Strategiekonzept. Es handelt sich um ein Analyseinstrument, mit Hilfe dessen ein Zusammenhang zwischen Rentabilität, Cash Flow, Wert, Verschuldungskapazität, Wachstums- und Dividendenpotential und Wettbewerbsfähigkeit hergestellt werden kann (vgl. Oetinger 2000, S. 339). Es basiert auf dem von der Boston Consulting Group entwickelten Erfahrungskurvenkonzept, nach dem mit jeder Verdopplung der Produktionsmenge von einer Reduktion der Stückkosten um 20 bis 30% auszugehen ist (vgl. Henderson 1974, S. 19).

Mit Hilfe des Portfolio-Managements kann die strategische Position eines Produktes oder einer Geschäftseinheit am Markt dargestellt werden. Der Grundgedanke ist, dass alle Produkte eines Unternehmens einen Lebenszyklus durchlaufen. Zur Bewertung der Produkte werden die vielfältigen möglichen Kriterien auf zwei wesentliche Kriterien reduziert, die auf den Achsen eines Koordinatensystems aufgetragen werden. Bei jeweils hoher oder niedriger Ausprägung der zwei Kriterien ergibt sich eine Matrix mit vier Feldern, die jeweils unterschiedliche Erfolgspotentiale der betrachteten Produkte am Markt darstellen (s. Abbildung 2).

Grundlegende Portfolio-Konzepte sind:

- 1) das Marktanteils-Marktwachstums-Portfolio
- 2) das Marktattraktivitäts-Wettbewerbsvorteils-Portfolio
- 3) das Lebenszyklus-Wettbewerbspositions-Portfolio

Abbildung 2 zeigt ein Marktanteils-Marktwachstums-Portfolio.

Marktwachstum	hoch	Question Marks	Stars
	niedrig	Poor Dogs	Cash Cows
		niedrig	hoch
		Relativer Marktanteil	

Abb. 2: Marktanteils- Marktwachstums-Portfolio (vgl. Henderson 1972, S. 347)

Die Geschäftseinheiten beziehungsweise Produkte eines Unternehmens können anhand der zwei betrachteten Kriterien in die vier Quadranten der Matrix eingeordnet werden, um eine marktbezogene Klassifizierung der Geschäftsbereiche eines Unternehmens vornehmen zu können. Dabei bezeichnet der relative Marktanteil den Marktanteil der Unternehmung im Verhältnis zum Marktanteil des stärksten Konkurrenten (vgl. Hentze/ Heinecke/ Kammel 2001, S. 222).

Die vier Kategorien können wie folgt umschrieben werden (vgl. Hentze/ Heinecke/ Kammel 2001, S. 223f.):

- „Question Marks“: Junge Geschäftseinheiten mit geringem Marktanteil aber hohen Wachstumschancen, die Förderung und Investitionen benötigen.
- „Stars“: Geschäftseinheiten mit hohem Marktanteil und hohen Wachstumsraten
- „Cash Cows“: Ausgereifte Geschäftseinheiten mit einem sehr hohen Cash Flow, geringem Wachstum aber einer starken Marktposition durch einen hohen Marktanteil
- „Poor Dogs“: Geschäftseinheiten mit geringem Marktanteil und geringem Wachstumspotential, Auslaufprodukte

Mit Hilfe des Portfolios kann so der Standpunkt eines Unternehmens am Markt analysiert und die Geschäftsstrategie danach ausgerichtet werden. Als vorteilhaft wird ein ausgewogenes Portfolio angesehen, das Produkte bzw. Geschäftseinheiten in allen vier Kategorien aufweist. Ertragreiche Geschäftsbereiche mit hohem Marktanteil (Cash Cows) bilden die Basis eines erfolgreichen Unternehmens. Um die wirtschaftliche Weiterentwicklung sicherzustellen, muss ein Teil des Ertrages in die Entwicklung zukünftiger potentieller Erfolgsprodukte investiert werden, in Stars und Question Marks. Wenig erfolgreiche Geschäftseinheiten (Poor Dogs) sollten auf ihre Wirtschaftlichkeit hin überprüft und gegebenenfalls eingestellt werden (vgl. Hentze/ Heinecke/ Kammel 2001, S. 222ff.).

Problematisch ist die richtige Einordnung der Unternehmensaktivitäten in die vier Kategorien. Ob ein Markt weiter wächst, ob weitere Investitionen lohnend sind, oder ob eine Desinvestitionsstrategie angewandt werden muss, ist häufig nicht eindeutig vorhersehbar, und eine erfolgte Einordnung ist nur mit erheblichem Aufwand rückgängig zu machen.

3. Konzept der Wettbewerbsvorteile

In der Diskussion von Wettbewerbsvorteilen ist von Michael Porter (1985) von der Harvard Business School ein Konzept entwickelt worden, das auf der Entwicklung und Pflege eines organisationsspezifischen Profils beruht. Die zentra-

le Fragestellung ist, wie ein Unternehmen in seinem Geschäftsfeld einen Wettbewerbsvorteil generieren und aufrechterhalten kann. Nach Porter entsteht ein Wettbewerbsvorteil durch einen speziellen Wert, den das Unternehmen für seine Anteilseigner erzeugt, und durch den es sich von seinen Mitbewerbern abhebt (vgl. Porter 1985, S. 3).

Porter unterscheidet zwei Strategien zur Erzielung eines Wettbewerbsvorteils, einerseits über – im Vergleich zu Mitbewerbern – geringere Kosten, andererseits über eine größere Differenzierung beziehungsweise eine höhere Qualität (vgl. Porter 1985, S. 26).

Zur Erzeugung von Wettbewerbsvorteilen, beziehungsweise zur Identifikation von Wettbewerbsnachteilen, ist es erforderlich, das Unternehmen in seine Funktionsbereiche und Aktivitäten zu zerlegen, um diese detailliert untersuchen zu können und Verknüpfungen feststellen zu können. Als Instrument führt Porter dazu die Wertkette (value chain) ein, mit Hilfe derer ein Unternehmen in strategisch relevante Aktivitäten zerlegt werden kann, um beispielsweise die Entstehung von Kosten oder Möglichkeiten zur Differenzierung sichtbar machen zu können. Das Ziel der Untersuchung ist es, je nach strategischer Zielsetzung, die betrachteten Aktivitäten mit geringeren Kosten durchzuführen, oder andere, bessere Lösungen anzubieten als der Mitbewerber (vgl. Porter 1985, S. 33f.).

Die Aktivitäten eines Unternehmens lassen sich, wie Abbildung 3 zeigt, unterteilen in primäre Aktivitäten (primary activities), wie Einkauf, Produktion, Absatz und Kundenservice, und unterstützende Aktivitäten (support activities), wie Forschung, Human Resource Management und Verwaltung. Die Aktivitäten beider Kategorien lassen sich drei verschiedenen Typen zuordnen, direkte und indirekte Aktivitäten sowie Aktivitäten zur Qualitätssicherung. Direkte Aktivitäten, wie Werbung oder Design, haben einen unmittelbaren Einfluss auf die Wertschöpfung, während indirekte Aktivitäten wie Forschung oder Verwaltung die reibungslose Durchführung direkter Aktivitäten ermöglichen (vgl. Porter 1985, S. 39ff.).

Durch die Zerlegung aller relevanten Aktivitäten des Unternehmens, von der Forschung bis hin zur Anwendung des Produkts durch den Benutzer, mit dem Instrument der Wertkettenanalyse, ergeben sich detaillierte Diagnose- und Vergleichsmöglichkeiten zu den Mitbewerbern, um die Performance und das strategische Potential eines Unternehmens beurteilen zu können. Abbildung 3 zeigt die Aktivitäten einer Wertkette.

4. Total Quality Management (TQM)

Eine vergleichende Studie über Produktqualität von David A. Garvin (1983), in der die Bereiche Produktion und Management amerikanischer und japanischer Unternehmen untersucht worden sind, hat ergeben, dass Qualität ein wichtiger



Abb. 3: Die Aktivitäten einer Wertkette (vgl. Porter 1985, S. 46)

Erfolgsfaktor ist, der wesentlich an zu beobachtenden Wettbewerbsvorteilen japanischer Unternehmen beteiligt ist. Festgestellt wurde einerseits eine enge Verknüpfung zwischen Produktivität und Qualität, die sich in erster Linie daraus ergibt, dass Fehler zu Verzögerungen des Produktionsprozesses führen. Andererseits besteht eine enge Beziehung zwischen Kosten und Qualität, da Aufwendungen für Rückrufe, Service, Reparaturen, Ersatzlieferungen und Ähnliches in der Summe bedeutend höher sind als die Kosten umfangreicherer Testserien zur Sicherstellung einer fehlerfreieren Produktion (vgl. Garvin 1983, S. 65f.).

Die Idee des Total Quality Managements besteht darin, kontinuierliche Qualitätsverbesserungen möglichst zügig umzusetzen, um einen Wettbewerbsvorteil durch einen Qualitätsvorsprung zu erreichen. „Total“ steht in diesem Konzept für die Beteiligung aller Organisationsmitglieder und -teilnehmer auf allen Ebenen inklusive der externen Zuliefer- und Logistikunternehmen. Total Quality Management ist ein kundenorientierter Prozess, der auf eine Erhöhung der Kundenzufriedenheit durch Maßnahmen wie Verbesserung der Produktqualität und Verkürzung von Lieferzeiten ausgerichtet ist. Außerdem dient Total Quality Management einer Optimierung der in der Organisation ablaufenden Prozesse (vgl. Groth/Kammel 1994, S. 131).

Zur Erreichung der Ziele hohe Produktqualität und Prozessoptimierung muss dem Konzept innerhalb des Managements eine hohe Priorität eingeräumt werden. Aufgabe des Top-Managements ist es, Strategien zur Verbesserung der Qualität zu entwickeln, die in den darunter liegenden Ebenen als konkrete Qualitätsziele formuliert und umgesetzt werden können. Nur durch eine klare Zielvereinbarung und Mitteilung dieser Ziele an alle am Prozess beteiligten Stellen kann es zu Qualitätsverbesserungen kommen. Quantitative Qualitätsziele kön-

nen in Besprechungen innerhalb einer Arbeitsgruppe, bezeichnet als „Qualitätszirkel“, vereinbart werden. Diese Meetings ermöglichen Fehleranalysen und die Besprechung von Verbesserungsmaßnahmen, die einzelnen Ziele führen zu einer klareren Zuordnung von Verantwortung für die Zielerreichung und einer Messbarkeit der Zielerreichung. Zu den Maßnahmen zur Fehlerreduzierung gehören daneben gute Produktionsbedingungen, wie gepflegte Maschinen, saubere Arbeitsplätze, gut ausgebildete Mitarbeiter und regelmäßige Inspektionen (vgl. Garvin 1983, S. 72).

Eine wichtige Bedingung für die erfolgreiche Umsetzung von Qualitätszielen ist die aktive Unterstützung und Mitarbeit aller am Prozess beteiligten Personen. Dazu gehört eine hohe Motivation und ein großes Engagement der Mitarbeiter genauso wie die Unterstützung durch die Unternehmensleitung (vgl. Garvin 1983, S. 68ff.). Abbildung 4 zeigt die Hauptansatzpunkte des Total Quality Managements.

Total Quality Management sollte als ein Bestandteil der Unternehmensstrategie verstanden werden, der zur Steigerung des Marktanteils, zur Kostensenkung durch Fehlervermeidung, zu einer höheren Produktivität und zu einer erhöhten Mitarbeitermotivation beiträgt (vgl. Groth/ Kammel 1994, S. 132).

Das vorgestellte Konzept dient zur langfristigen Entwicklung und Einhaltung von Qualitätsgrundsätzen. Die Qualitätsverbesserung ist ein Prozess, der nie als abgeschlossen bezeichnet werden sollte, sondern der zu kontinuierlichen Veränderungen in den Bereichen Management, Mitarbeiterausbildung, Zielvereinbarungen und Kontrollen, zu Verantwortungsbewusstsein und Selbstkritik führen muss.

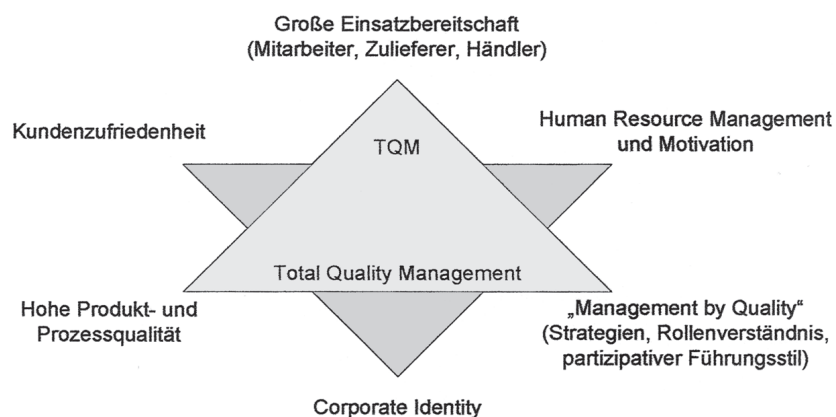


Abb. 4: Hauptansatzpunkte des Total Quality Managements (Groth/ Kammel 1992, S. 119)

5. Lean Management und Lean Production

Unter dem Begriff „Lean Production“ für den Produktionssektor und „Lean Management“, bezogen auf das gesamte Unternehmen, werden ursprünglich japanische Management-Konzepte zusammengefasst. „Lean“ wird in diesem Zusammenhang übersetzt mit „schlank“ (Womack/ Jones/ Roos 1991, S. 10). Der Begriff „Lean Production“ steht für Produktionsweisen, die deutlich weniger Personal, Zeit für die Entwicklung neuer Produkte, weniger Produktionsfläche, Investitionskapital, Lagerbestände und Nacharbeit von Qualitätsmängeln erfordern als herkömmliche Produktionsmethoden (vgl. Groth/ Kammel 1994, S. 24). Im Hinblick auf das gesamte Unternehmen bezeichnet „Lean Management“ ein ganzheitliches, integratives Konzept der Unternehmensführung, das insbesondere auf eine Erhöhung der Kundenzufriedenheit, auf Marktnähe und Zeiterfordernisse, auf die Verbesserung von Prozessen, Qualität und Produktivität und auf die bestmögliche Nutzung von Humankapital ausgerichtet ist (vgl. Groth/ Kammel 1994, S. 25).

Als Kernelemente des umfassenden Lean-Management-Konzepts sind zu nennen (Groth/ Kammel 1994, S. 34):

- Flache Hierarchien und Teamarbeit
- Kundennähe
- Simultaneous Engineering
- Zulieferintegration
- Total Quality Management
- Integriertes Informationsmanagement und Kommunikationskultur

Die Grundprinzipien des Konzepts werden auf dem Produktionssektor besonders deutlich. Prozessorientierte Strukturen und eine Reduzierung von Komplexität durch wenige, einfache Komponenten führen zu einer geringeren Fehleranfälligkeit der Produktion. Die Einführung von Teameinheiten in die Fließbandproduktion ermöglicht die Zuordnung von Verantwortung für bestimmte Teilprozesse und eine effektive Qualitätskontrolle durch das verantwortliche Team. Just-in-Time-Prozesse und Simultaneous Engineering erhöhen die Flexibilität der Produktion durch den weitgehenden Verzicht auf große Lagerbestände, langfristige Produktionsplanungen und lange Entwicklungsphasen. Ein wichtiges Ziel des Lean-Production-Konzepts ist das fehlerfreie Endprodukt. Während der Produktion auftretende Fehler sollen sofort innerhalb des für den betroffenen Prozess zuständigen Teams behoben werden, notfalls durch Anhalten des Fließbandes. Eine große Anzahl fehlerhafter Stücke wird so vermieden, und die Fehlerursache kann häufig sofort behoben werden. Eine nachträgliche Nachbesserung des fertigen Produkts ist dagegen im Allgemeinen deutlich zeitaufwändiger (vgl. Womack/ Jones/ Roos 1991, S. 56ff.).

6. Globale Integration versus lokale Differenzierung

Der zentrale Gedanke dieses Konzeptes von Theodore Levitt (1983) besteht in der Beobachtung der globalisierten Märkte. Levitt unterscheidet zwei Gruppen international agierender Unternehmungen, einerseits multinationale Unternehmungen, die in mehreren Ländern beziehungsweise auf mehreren Märkten ihre Produkte anbieten und diese an die speziellen Erfordernisse des jeweiligen Marktes anpassen. Andererseits globale Organisationen, die standardisierte Produkte für den Weltmarkt anbieten. Offensichtlich sind letztere besonders erfolgreich, da sie gewaltige Kostenvorteile in der Produktion, Verwaltung, im Management, in Absatz und Marketing ausnutzen können. Die Standardisierung erfolgt in der Regel durch eine Konzentration auf moderne, funktionelle und verlässliche Produkte von hohem technischem Standard und möglichst niedrigem Preis. Ermöglicht wird diese Standardisierung durch die in den letzten Jahren zunehmende Uniformisierung der Konsumnachfrage (vgl. Levitt 1983, S. 92). Eine Vereinheitlichung von Mode, Geschmack und Lebensstil wird durch weltweit verfügbare Informationen, die über Internet und Fernsehen abrufbar sind, deutlich beschleunigt. Berühmte Beispiele dafür sind weltweit bekannte Marken wie Coca Cola, Mc Donald's und Levi's Jeans.

Charakteristisch für die weltweite kulturelle Vereinheitlichung ist die Konzentration auf den Niedrigpreis-Sektor bei gleichzeitiger Forderung einer hohen Produktqualität. Dass niedrige Preise bei gleichzeitig hoher Produktqualität keinen Gegensatz darstellen, zeigt der Erfolg japanischer Unternehmen auf einer großen Bandbreite von Produkten – von Fahrzeugen und Maschinen über Textilien bis hin zu Softwareprodukten und Finanzdienstleistungen (vgl. Levitt 1983, S. 94).

Nachteile oder sogar Gefahren einer weltweiten Standardisierung liegen vor allem darin, dass Produkte, die nicht dem Konsumentengeschmack entsprechen, nahezu unverkäuflich sind und dass lokale Marktchancen nicht mehr genutzt werden können. Aus diesem Grund ist in den letzten Jahren der Ausspruch „Think global, act local!“ zunehmend diskutiert worden, der für eine globale Denkrichtung steht, die jedoch nicht weltweite Vereinheitlichung und Standardisierung propagiert, sondern eine stärkere Berücksichtigung lokaler Besonderheiten und Chancen beinhaltet.

7. Benchmarking

Benchmarking lässt sich im weitesten Sinne definieren als ein kontinuierlicher, systematischer Prozess der Evaluierung von Produkten, Dienstleistungen, Methoden und Prozessen von Organisationen.

Es orientiert sich grundsätzlich an Organisationen bzw. Organisationseinheiten, die eine bestimmte Problemlösung oder ein bestimmtes Verfahren „am besten“

beherrschen. Auf der Basis eines systematischen inner- oder zwischenbetrieblichen Leistungsvergleichs werden mögliche Verbesserungspotentiale zur Erzielung von Wettbewerbsvorteilen gegenüber der Konkurrenz identifiziert (vgl. Horváth/Herter 1992). Das vordringliche Ziel des Benchmarking besteht mit anderen Worten darin, die eigenen Leistungen und Kosten fortlaufend zu überprüfen und kontinuierlich zu verbessern, um die eigene Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen. Zentrale Zielgrößen des Benchmarking sind Produkt- und Prozessqualität aus Sicht des Kunden sowie Kosten- und Zeitminimierung. Vergleichsobjekt muss nicht zwingend ein Wettbewerber derselben Branche, sondern kann ebenso gut ein branchenfremdes Unternehmen oder sogar ein unternehmenseigener Geschäftsbereich sein. In funktionaler Hinsicht können als Vergleichsobjekte spezielle Bereiche wie Logistik oder Personalmanagement anderer Organisationen untersucht werden. Wichtig ist, bestehende Leistungslücken aufzuzeigen und vom „Besten“ zu lernen, wie diese Leistungslücken am zweckmäßigsten geschlossen werden können. Die Grundidee ist somit nicht nur die Identifikation bestehender Schwachstellen, was zugleich zu einer realistischeren Einschätzung der eigenen Wettbewerbsposition führt, sondern vor allem deren Ursachenanalyse und ursächliche Abhilfe.

Folgende Schritte kennzeichnen ein praktisches Benchmarking-Konzept:

- 1) Identifikation der zu untersuchenden Benchmarking-Gegenstände
- 2) Auswahl der „Benchmarking-Partner“
- 3) Informationsbeschaffung und -verarbeitung
- 4) Umsetzung von Analyse-Ergebnissen

Kritisch anzumerken ist, dass Benchmarking gewissermaßen ein Substitut für eigene kreative Ideenentwicklung ist, mit dem Ziel, Risiken innovativer Unternehmen durch Imitation erfolgreichen Pionierverhaltens zu minimieren (Hentze/Heinecke/ Kammel 2001, S. 485ff.).

8. Business Process Reengineering

Das Konzept des Business Process Reengineering ist erst Anfang der 90er- Jahre von Michael Hammer und James Champy (1995) entwickelt worden. Es handelt sich um ein ganzheitliches Konzept zur Unternehmensentwicklung im Hinblick auf die Leistungsgrößen Qualität, Kostenreduzierung, Zeitersparnis und Kundenzufriedenheit. Die Autoren definieren Business Process Reengineering als ein fundamentales Überdenken und radikales Redesign von Unternehmen oder wesentlichen Unternehmensprozessen. Fundamental bezieht sich dabei auf eine grundlegende Überprüfung von Regeln, Abläufen und Grundsätzen, radikal verdeutlicht, dass nicht oberflächliche Änderungen, sondern eine völlige Neugestaltung von Prozessen und Strukturen das Ziel ist. Business Process Reengineering

ist demnach kein Instrument zur Feinsteuerung, sondern zur Initiierung von Veränderungen um Größenordnungen. Die Veränderungen werden prozessorientiert durchgeführt, das heißt, Unternehmensprozesse werden neu gestaltet, abgeschafft oder anders zusammengefügt (vgl. Hammer/ Champy 1995, S. 48ff.).

Das Konzept kann von Unternehmen in verschiedenen wirtschaftlichen Situationen angewandt werden. Häufig sind folgende Fälle (vgl. Hammer/ Champy 1995, S. 50f.):

- 1) Unternehmen in Schwierigkeiten, die sich nur durch tiefgreifende Strukturveränderungen aus der Krise befreien können.
- 2) Unternehmen, die von einer Krise bedroht sind und dieser Krise proaktiv entgegensteuern wollen.
- 3) Unternehmen in Höchstform, die ihren Wettbewerbsvorsprung gegenüber der Konkurrenz weiter ausbauen, sich ständig verbessern und weiterentwickeln wollen.

Wichtige Zielsetzungen des Business Process Reengineering sind (vgl. Hammer/ Champy 1995, S. 57ff.):

- Vereinfachung von Unternehmensprozessen
- Erhöhung der Produktivität
- Reduzierung der Durchlaufzeit
- Erhöhung der Kapazitätsauslastung
- Beschleunigung von Prozessen
- Kundenorientierte Problemlösung
- Bildung integrierter Prozesse, d.h. Zusammenfassung von Aufgaben und Verantwortung für einen gesamten Prozess in einer Stelle bzw. einem Team
- Verringerung der Anzahl der an einem Prozess beteiligten Stellen
- Verringerung des Kontroll- und Koordinationsbedarfs

9. Balanced Scorecard

Traditionelle Kennzahlensysteme ermöglichen lediglich eine Analyse vergangener Ereignisse. Im Konzept der Balanced Scorecard werden vergangenheitsbezogene Kennzahlen ergänzt um zukunftsbezogene Ziele und Strategien, die in materielle Ziele und Kennzahlen übersetzt werden. Diese Kennzahlen, die sich aus Visionen und Strategien für die Zukunft des Unternehmens ergeben, werden dadurch zu Messgrößen, die einen Vergleich aktueller und zukünftig anzustrebender Leistungen ermöglichen. Die Unternehmensleistung wird im System der Balanced Scorecard aus den vier Perspektiven Finanzen, Kunden, interne Geschäftsprozesse und Innovation betrachtet und bewertet.

- Die finanzielle Perspektive zeigt mit Hilfe finanzieller Kennzahlen, ob eine eingesetzte Strategie zu einer Ergebnisverbesserung geführt hat.
- In der Kundenperspektive werden Ergebnismaßgrößen wie Kundenzufriedenheit, Kundentreue, Kundenakquisition, Kundenrentabilität sowie Gewinn- und Marktanteile in den anvisierten Kunden- und Marktsegmenten untersucht.
- Die interne Prozessperspektive identifiziert die kritischen Prozesse, die für eine Umsetzung der finanziellen und kundenbezogenen Strategien entscheidend sind, und die auf mögliche Verbesserungen hin überprüft werden müssen.
- Die Lern- und Entwicklungsperspektive (Innovationsperspektive) identifiziert Maßnahmen zur Veränderung beziehungsweise Weiterentwicklung von Strukturen, Prozessen und Personal, die zur Umsetzung der Unternehmensstrategien und zur Erreichung der Ziele erforderlich sind (vgl. Kaplan/ Norton 1997, S. 24ff.).

Die Analyse beginnt mit der Festlegung der finanziellen Ziele und des angestrebten Kunden- und Marktsegments. Anschließend werden die Ziele und Kennzahlen für die internen Geschäftsprozesse identifiziert. Der Schwerpunkt des Balanced Scorecard Konzepts liegt in der Feststellung der für einen Wettbewerbsvorteil aus der Sicht von Kunden und Teilhabern und für die Zielerreichung aus der Sicht des Managements entscheidenden bestehenden und gegebenenfalls neu einzurichtenden Prozesse. Die Identifizierung leistungskritischer Prozesse und die Überprüfung der Zielerreichung offenbart den Bedarf für Veränderungen und Innovationen. Eine Weiterentwicklung der Prozesse, Systeme und der beteiligten Individuen führt schließlich zu einer Leistungsverbesserung und zu einer Vergrößerung des Wettbewerbsvorteils (vgl. Kaplan/ Norton 1997, S. 11).

Die Möglichkeiten der Balanced Scorecard sind jedoch nicht auf die Messung des Veränderungsbedarfs beschränkt, sondern das Konzept kann als strategisches Managementsystem verwendet werden, um eine Strategie langfristig zu verfolgen. Der Prozess beinhaltet vier Schritte, wie in Abbildung 5 dargestellt.

Der Balanced Scorecard Prozess beginnt mit der Formulierung von Strategien und Zielen durch das Top-Management. Im zweiten Schritt werden die vereinbarten strategischen Ziele im Unternehmen über Kommunikation bekannt gemacht, und damit verbundene Maßnahmen werden eingeführt. Im dritten Schritt müssen die langfristigen Ziele des Unternehmens in Plänen konkretisiert werden, die eine ständige Überprüfung der Zielerreichung ermöglichen. Der vierte und letzte Schritt, das strategische Feedback und Lernen, wird als wichtigster Prozess im System der Balanced Scorecard angesehen. Durch Rückmeldungen bezüglich der Umsetzung von Strategien und die Überprüfung der Zielerreichung kann ein strategischer Lernprozess initiiert werden, der Veränderungen und Innovationen ermöglicht und fördert.

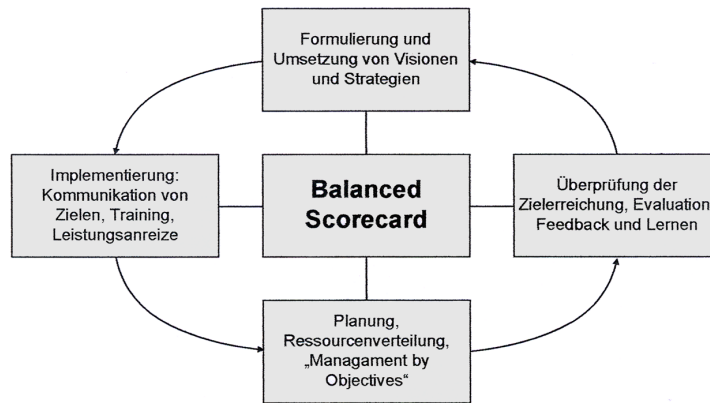


Abb. 5: Die Balanced Scorecard als strategisches Managementsystem
(Kaplan/ Norton 1997, S. 10)

10. Kernkompetenzen

Der über einen langen Zeitraum sehr unterschiedliche Erfolg großer Unternehmen hat zu einer Analyse von Unternehmensstrategien geführt. Prahalad und Hamel (1990) stellten fest, dass die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen über einen kurzen Zeitraum von den Preis-/ Leistungseigenschaften ihrer aktuellen Produkte bestimmt wird. Auf lange Sicht hängt die Wettbewerbsfähigkeit von der Fähigkeit des Unternehmens ab, zu niedrigeren Kosten und schneller als seine Mitbewerber, Kernkompetenzen auszubauen und auf deren Grundlage hochwertige, innovative Produkte auf den Markt zu bringen. Diese Kernkompetenzen entstehen aus speziellen Stärken eines Unternehmens im Bereich einer besonderen Technologie oder Fertigungstechnik, die durch das Management als eine besondere Kompetenz erkannt und als solche gefördert und zu einem Zentrum der Tätigkeiten des Unternehmens ausgebaut wird (vgl. Prahalad/ Hamel 1990, S. 81).

Prahalad und Hamel (1990) beschreiben Kernkompetenzen als das kollektive Lernen in der Organisation, insbesondere auf welche Weise verschiedene Fähigkeiten und Technologien miteinander verknüpft und zum Vorteil der Organisation ausgebaut werden können. Kernkompetenzen umfassen außerdem die Organisation der Arbeitsabläufe und der Wertschöpfung (vgl. Prahalad/ Hamel 1990, S. 82).

Die Identifizierung von Kernkompetenzen beginnt in der Regel mit einer Analyse der Stärken und Schwächen eines Unternehmens. Nach Prahalad und Hamel (1990) müssen Kernkompetenzen drei Bedingungen erfüllen, um als solche bezeichnet werden zu können (vgl. Prahalad/ Hamel 1990, S. 83f.):

- 1) Eine Kernkompetenz ermöglicht den potentiellen Zugang zu einer größeren Anzahl verschiedener Märkte.
- 2) Eine Kernkompetenz sollte in Bezug auf das Endprodukt einen signifikanten Beitrag zu dem angestrebten Käuferwert leisten.
- 3) Eine Kernkompetenz sollte für Mitbewerber schwer zu imitieren sein.

Kernkompetenzen können in den verschiedensten Funktionsbereichen einer Organisation identifiziert und ausgebaut werden. Dazu gehören neben der Produktherstellung unter anderem die Bereiche Kundendienst, Arbeitsorganisation und Forschung und Entwicklung. Kernkompetenzen sollten das Zentrum der Unternehmensstrategie bilden, mit dem Ziel, Kernprodukte und Kernfähigkeiten des Unternehmens zu Wettbewerbsvorteilen beziehungsweise zu einer führenden Marktposition zu entwickeln (vgl. Prahalad/ Hamel 1990, S. 91).

Fazit

Die hier vorgestellten Konzepte haben andere Modeerscheinungen deutlich überlebt, weil sie Lösungen anbieten, die Bestand haben. Sie bieten eine Diskussionsbasis für Entscheidungsprozesse innerhalb einer Organisation und werden von Unternehmensberatungen als Grundlage für Analysen verwendet. Sie bieten keine theoretisch fundierten Gestaltungsanweisungen, sondern Orientierungshilfen und Verbesserungsvorschläge zur Erneuerung und Weiterentwicklung von Strukturen, Prozessen und Personal. Vom wissenschaftlichen Standpunkt aus bieten sie Heuristiken, um spezielle Strategien für globale Unternehmen zu entwickeln. Die Anwendbarkeit der Konzepte ist für den Einzelfall zu überprüfen.

Die vorgestellten Konzepte ergänzen sich gegenseitig, und Bestandteile des einen Konzepts finden sich in anderen wieder. Dennoch besteht das „wahre“ Kapital eines Unternehmens aus seinen Mitarbeitern, die innovative Lösungen entwickeln und in strategische Ziele umsetzen.

Die im Rahmen dieses Beitrags vorgestellten Managementkonzepte sind Instrumente zur Analyse, Vorhersage und Beeinflussung von erfolgskritischen Ereignissen, Strukturen und Prozessen innerhalb einer Organisation. Sie bieten universelle Vorschläge, aber keine auf eine spezielle Problematik zugeschnittene Lösung, deshalb können sie nicht direkt als langfristige Strategien zur Generierung von Wettbewerbsvorteilen eingesetzt werden, sondern müssen an die spezielle Situation des Unternehmens angepasst werden, in dem sie eingesetzt werden sollen.

Zur erfolgreichen Umsetzung einer Veränderungsstrategie ist es von besonderer Bedeutung, die betroffenen Mitarbeiter umfassend zu informieren und von der Relevanz des Konzeptes zu überzeugen. Nur durch die aktive Beteiligung und

Förderung eines Konzeptes durch alle Mitwirkenden können durchgreifende und beständige Veränderungen erreicht werden.

Literatur

- GARVIN, D. A. (1983): Quality on the line, in: Harvard Business Review, September/Oktober 1983, S. 65-75
- GROTH, U. & A. KAMMEL (1992): Total Quality Management, in: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung und Automatisierung/ CIM, 87. Jahrgang (1992), Heft 2, S. 119-122
- GROTH, U. & A. KAMMEL (1994): Lean Management: Konzept – Kritische Analyse – Praktische Lösungsansätze, Wiesbaden 1994
- HAMMER, M. & J. CHAMPY (1995): Business Reengineering – die Radikalkur für das Unternehmen, 5. Auflage, Frankfurt/ Main, New York 1995
- HENDERSON, B.D. (1972): Das Portfolio, in: Das Boston Consulting Group Strategie-Buch – Die wichtigsten Managementkonzepte für den Praktiker, Oetinger, Bolko von (Herausgeber) (2000), S. 346-351
- HENDERSON, B.D. (1974): Die Erfahrungskurve in der Unternehmensstrategie, Frankfurt/ Main 1974
- HENTZE, J., A. HEINECKE & A. KAMMEL (2001): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bern, Stuttgart, Wien 2001
- HORVÁTH, P. & R.N. HERTER (1992): Benchmarking – Vergleich mit den Besten der Besten, in: Controlling, Band 4, 1992, S. 4-11
- KAPLAN, R.S. & D.P. NORTON (1997): Balanced Scorecard: Strategien erfolgreich umsetzen, Stuttgart 1997
- LEVITT, T. (1983): The Globalization of Markets, in: Harvard Business Review, Mai/Juni 1983, S. 92-102
- OETINGER, B. VON (Herausgeber) (2000): Das Boston Consulting Group Strategie-Buch – Die wichtigsten Managementkonzepte für den Praktiker, 7. Auflage, München 2000
- PORTER, M.A. (1985): Competitive Advantage – Creating and Sustaining Superior Performance, New York 1985
- PRAHALAD, C.K. & G. HAMEL (1990): The Core Competence of the Corporation, in: Harvard Business Review, Mai/ Juni 1990, S. 79-91
- ROEVER, M. (1980): Gemeinkosten-Wertanalyse – Erfolgreiche Antwort auf die Gemeinkosten-Problematik, in: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 6/ 1980, S. 686-690
- WOMACK, J. P., D. T. JONES & D. ROOS (1991): Die zweite Revolution in der Autoindustrie, 2. Auflage, Frankfurt/ Main, New York 1991

Aufbruch zum Rand des Sonnensystems*

KARL-HEINZ GLASSMEIER

Institut für Geophysik und extraterrestrische Physik
Technische Universität Braunschweig
Friedrich-Löffler-Weg 13, D-38116 Braunschweig

Als während der Besetzung Ägyptens durch Napoleon im Juli des Jahres 1799 in Rashid (auch Rosetta oder Rosette), einer Stadt in Unterägypten am Nil-mündungsarm im Nil-Delta, der heute nach seinem Fundort benannte Rosetta-Stein von dem französischen Offizier Pierre François Xavier Bouchard gefunden wurde, begann für die Ägyptologie ein neues Zeitalter. Denn der aus dem Jahre 196 v. Chr. stammende Stein zeigt einen Gesetzestext in drei Sprachen: im oberen Bereich in ägyptischen Hieroglyphen, in der Mitte in demotischer Schrift und im unteren Bereich in Griechisch. Damit gelang es, die Bedeutung der Hieroglyphen zu enträtseln.

Die ägyptische Sprache zu verstehen und damit das Tor zur Kultur des alten Ägypten zu öffnen, ist vergleichbar dem Anliegen, die Entstehung unseres Sonnensystem mit seinem Zentralgestirn, seinen Planeten und Monden zu verstehen. Mit Immanuel Kant geht auch die heutige Wissenschaft davon aus, dass alle Körper unseres Sonnensystems letztlich aus einer gravitierenden Staubscheibe entstanden sind. Wesentliche Details dieses Bildungsprozesses sind aber immer noch unverstanden, und die Entstehung unseres Sonnensystem ist weiterhin eine ungeklärte Frage.

Von besonderer Bedeutung ist dabei die Frage nach den Eigenschaften des Urmaterials, aus dem die Erde und die anderen Planeten entstanden sind. Die Frage mag verwundern, könnte man sich doch einfach bücken, vom Acker eine Handvoll Erde aufnehmen und sagen: „Hier ist der Urstoff.“ Der es sich so einfach machte, irrt, denn unsere Erde ist ein differenzierter Körper. Ehemals schwere Bestandteile, vornehmlich Eisen, sind in der früher glutflüssigen Erde nach innen abgesunken, leichte Bestandteile nach oben aufgestiegen, haben sich teilweise auch verflüchtigt, während oberflächennahe Gesteine durch Verwitterungsprozesse verändert oder durch biologische Prozesse überformt wurden: Die Erde ist ein differenzierter Körper.

* Vortrag gehalten am 11.06.04 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Wie kann man sich nun aber Zugang zum Urmaterial verschaffen? Kometen sind nach allgemein anerkannter Auffassung das Tor zum Verständnis unseres Sonnensystem und können daher eine ähnliche Rolle für die Planetologie spielen wie der Rosetta-Stein. Kometen sind große Eisklumpen, Mischungen aus Wasser- eis, Staub und Kohlendioxid. Uns bekannte Durchmesser dieser kosmischen Boten liegen bei einigen Kilometern. Sie haben ihren Ursprung am äußersten Rand des Sonnensystems, in der nach dem niederländischen Astronom benannten Oortschen Wolke, in der sich in einem Abstand von einigen zehntausend astronomischen Einheiten (eine astronomische Einheit entspricht dem Abstand Erde-Sonne, d. h. 150 Millionen Kilometer) Milliarden von Kometen befinden, so die Hypothese. Bedingt durch Bahnstörungen, hervorgerufen durch vorbeiziehende interstellare Wolken, werden diese Urkörper in das Innere unseres Sonnensystems geschleudert, wo sie als Kometen auch dem menschlichen Auge erkennbar werden. Als Urkörper darf man die Kometen betrachten, da sie am äußersten Rande des Sonnensystems entstanden sind, in einer Region mit Temperaturen nur wenig oberhalb der kosmischen Temperatur von 3° Kelvin. Keinerlei Differenzierung ist unter solchen Bedingungen mehr möglich. Und einmal entstanden, bleiben Kometen was sie sind: Boten vom Rand unseres Sonnensystems.

Einen solchen Boten zu besuchen – das ist das Ziel der europäischen Weltraummission ROSETTA, benannt nach eben dem Stein, der uns das Tor zur alten ägyptischen Kultur geöffnet hat. Ziel dieser Mission ist es, den Kometenkern zu erforschen, seine Form und Rotation, seine Oberfläche und innere Struktur, seine Massendichte und stoffliche Zusammensetzung. Aber nicht nur dieser Kern interessiert als Bote vom Rande des Sonnensystems, sondern auch seine Wechselwirkung mit dem Sonnenwind, einer Plasmaströmung, die ständig von der Sonne ausgeht und mit der jeder planetare Körper wechselwirkt. Es ist gerade diese Wechselwirkung, die zur Ausbildung des dem menschlichen Auge sichtbaren Kometenschweifs führt und in der Umgebung des Kometen ein natürliches Plasmalaboratorium entstehen lässt, das auch Ziel der wissenschaftlichen Nutzlast ROSETTAs ist.

Mit Abmessungen von $2.8 \times 2.1 \times 2.0 \text{ m}^3$ ist das ROSETTA-Raumschiff etwa so groß wie ein Schiffscontainer. Die Trockenmasse liegt bei 1330 kg, und als Treibstoff können 1670 kg Hydrazin mitgeführt werden. Die wissenschaftliche Nutzlast liegt bei 165 kg, das ebenfalls mitgeführte Landegerät PHILAE wiegt etwa 100 kg. Die Energieversorgung wird durch zwei jeweils 64 m^2 umfassende Solarpanele gewährleistet, die in Erdenähe eine Leistung von 9800 Watt aufweisen und in einem Abstand von 750.000.000 km immerhin noch 395 Watt liefern. Die wissenschaftlichen Daten werden mit einer Rate von bis zu 22 kbit/s zur Erde gefunkt, um dort ausgewertet zu werden. Mehr als 50 wissenschaftliche Institute aus 14 verschiedenen Ländern sind an dieser Mission beteiligt und teilen sich die Kosten von über 700 Millionen €. Über 600 Wissenschaftler aus

über 150 Institutionen waren, sind und werden letztlich an diesem Projekt beteiligt sein.

Der Start der Sonde erfolgte am 2. März 2004 von Kourou (Französisch Guayana) aus. Das Ziel der Mission ist der Komet 67p/Churyumov-Gerasimenko, ein Komet mit einem Kerndurchmesser von etwa 3 km, der im Sommer 2014 erreicht werden soll. Ähnlich lang wie der Flug zum Kometen dauerten auch die Vorbereitungen für diese Mission. Schon bald nach dem sehr erfolgreichen Vorbeiflug der europäischen Raumsonde GIOTTO am Kometen Halley im März 1986 entwickelten europäische Wissenschaftler die Idee, einen weiteren Kometen zu besuchen und dort insbesondere auch ein Landegerät an der Oberfläche abzusetzen. Nach jahrelangen Vorbereitungen und vielen Vorstudien zur Machbarkeit eines solchen Projekts entschied sich das Science Programme Committee der European Space Agency (ESA), das ROSETTA-Projekt aus der Taufe zu heben. Der Auftrag an die europäische Industrie, den Satelliten zu fertigen, wurde im März 1997 erteilt. Im Jahr vorher wurde ein Wettbewerb um die wissenschaftliche Nutzlast international ausgeschrieben. Die Auswahl der Experimente erfolgte nach eingehender Begutachtung der eingereichten Experimentvorschläge durch ein international besetztes Expertengremium im Sommer 1997. Unter den ausgewählten Experimenten befanden sich auch zwei Magnetometer für den Orbiter und für das Landegerät PHILAE, die vom Institut für Geophysik und extraterrestrische Physik der Technischen Universität Braunschweig vorgeschlagen worden waren. Im September 2002 war es dann so weit: der ROSETTA-Satellit wurde mit integrierten Experimenten und dem Landegerät nach Kourou zum Startplatz verschifft. Der ursprünglich für den Januar 2003 geplante Start zum Kometen Wirtanen musste aus technischen Gründen verschoben werden, was die Auswahl eines neuen Missionsziels erforderlich machte. Als neues Ziel wurde der bereits erwähnte Komet 67p/Churyumov-Gerasimenko ausgewählt. Nach erfolgreichem Start am 2. März ist ROSETTA nun auf seinem Weg.

Die wissenschaftliche Nutzlast umfasst eine Vielzahl von beobachtenden Experimenten: hochauflösende Kameras, die im optischen und infraroten Frequenzbereich arbeiten, abbildende UV- und Infrarot-Spektrometer, Mikrowellen- und Massenspektrometer, Staubanalysatoren, ein Radiowellenexperiment zur Bestimmung z. B. der Kometenmasse und ein umfangreiches Analysepaket für das Plasma in der Kometen-Sonnenwindwechselwirkungsregion, das vom ROSETTA Plasma Consortium beigelegt wurde, einem Konsortium, an dem auch die TU Braunschweig intensiv beteiligt ist. Auch das Landegerät PHILAE, dessen Struktur vom DLR-Institut für Strukturmechanik in Braunschweig entwickelt wurde, trägt wissenschaftliche Instrumente zur Untersuchung der Beschaffenheit des kometaren Materials an der Landestelle.

Die lange Reise ROSETTAs zum Kometen 67p/Churyumov-Gerasimenko sieht im Detail wie folgt aus: März 2005 naher Vorbeiflug an der Erde, März 2007 Vorbeiflug am Planeten Mars, November 2007 Vorbeiflug an der Erde, Septem-

ber 2008 am Asteroiden Steins, November 2009 Vorbeiflug an der Erde, Juli 2010 Vorbeiflug am Asteroiden Lutetia, Mai 2014 Rendezvous mit dem Kometen und November 2014 Landung auf dem Kometen. Das Missionsende ist für den Dezember 2015 geplant. Die Erd- und Marsvorbeiflüge dienen der Bahnkorrektur.

Auch wenn ROSETTA auf seiner langen und 10 Jahre dauernden Reise zum Kometen 67p/Churyumov-Gerasimenko wissenschaftlich sehr interessante Messungen am Mars und an den beiden zu besuchenden Asteroiden liefert, stellt doch ein Projekt mit einer Gesamtlaufzeit von fast 30 Jahren die internationale Community der Kometenforscher vor eine harte Geduldsprobe. Mehr noch, ein Projekt dieser Größenordnung und Dauer erfordert spezielle Vorkehrungen, um sicherzustellen, dass auch bei Ankunft am Kometen die notwendigen Detailkenntnisse über die wissenschaftlichen Experimente noch verfügbar sind. Die europäische Raumfahrtagentur ESA hat daher umfangreiche Vorkehrungen getroffen, den Know-How Transfer über die langen Jahre der ROSETTA-Mission sicherzustellen. Alle wesentlichen Entwicklungs- und Fertigungsschritte des Satelliten und der Experimente wurden in Wort und Bild umfänglichst dokumentiert. Videofilme wichtiger Produktionsprozesse, Instrumentkalibrierungen usw. sollen darüber hinaus helfen, den Erfahrungsschatz der vielen am ROSETTA-Projekt beteiligten und in den kommenden Jahren in den Ruhestand gehenden Wissenschaftler zu sichern. ROSETTA ist so auch zu einem Testfall für neue Formen der Projektarchivierung geworden.

Wenn dann ROSETTA im Jahre 2014 an seinem Ziel ankommt, wird sich das wissenschaftliche Interesse auch auf die komplexen plasmaphysikalischen Prozesse in der Wechselwirkungsregion des Sonnenwindes mit dem abströmenden Gas des Kometen richten. Durch die UV-Strahlung der Sonne und hochenergetische Elektronen im Sonnenwind wird dieses kometare Gas ionisiert und unterliegt sofort dem elektromagnetischen Feld des interplanetaren Mediums. Da Stöße zwischen Teilchen wegen der extrem geringen Dichte von etwa nur 5 Teilchen pro Kubikzentimeter kaum vorkommen, sind es diese elektromagnetischen Felder, die die Wechselwirkung zwischen den kometaren und interplanetaren Teilchen kontrollieren und dafür sorgen, dass die kometaren Teilchen mit dem Sonnenwind weiter in den Raum geschleudert werden. So entsteht der Schweif, glauben die kometaren Plasmaphysiker. Offen, und nur in numerischen Simulationen verstanden, sind jedoch viele Prozessdetails, die sich bestens studieren lassen, wenn man den in seiner Aktivität mit zunehmender Nähe zur Sonne stärker werdenden Kometen umkreist, so wie es ROSETTA in 10 Jahren tun soll.

Mit dem Computer in die Nanowelt Ab-initio Simulationen von der Biochemie zur Halbleitertechnologie*

PETER BLÖCHL

Institut für Theoretische Physik, Technische Universität Clausthal
<http://www.pt.tu-clausthal.de/abt/>
Nieper-Straße 14, D-38640 Goslar

Die Längenskala, in der vom Menschen gezielt manipuliert werden kann, reicht etwa von Mikrometern bis hin zu einigen Kilometern. An die Mikrometerskala schließt sich bis hinunter zu atomaren Abständen (etwa 0.1 Nanometern) das Gebiet der Nanotechnologie an, das derzeit intensiv erschlossen wird. Während die klassische Physik ausreicht, um die meisten Phänomene auf größeren Längenskalen zu beschreiben, spielen nicht-klassische, das bedeutet, quantenmechanische Effekte im Nanometerbereich eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Dies führt auf der einen Seite zu allerhand Überraschungen und Schwierigkeiten, eröffnet auf der anderen Seite aber auch vollkommen neue Möglichkeiten. Allerdings sind die experimentellen Techniken auf der Nanometerskala stark eingeschränkt. Bei Prozessen in diesem Bereich, die experimentell nur unvollständig erfasst werden können, spielen ab-initio Simulationen eine wichtige Rolle. Ab-initio heisst hierbei, dass man allein von physikalischen Grundgesetzen ausgeht ohne auf experimentelle Parameter zurückzugreifen.

Es werden drei Beispiele von ab-initio Simulationen vorgestellt:

- Das Enzym Nitrogenase bringt Stickstoff aus der Luft in eine Form, die von den Zellen für den Aufbau biologischer Materie verwendet werden kann. Dies ist eine große Herausforderung, die nur von einigen Bakterienarten bewältigt wird, weil Luftstickstoff extrem unreaktiv ist. Die Natur verwendet hierzu eines der komplexesten bioanorganischen Enzyme, dessen Funktionsweise bisher verborgen blieb. Mit Hilfe von ab-initio Simulationen [1, 2] war es möglich, den chemischen Prozess Schritt für Schritt zu ergründen.
- Enantioselektive Katalyse ist ein modernes Forschungsgebiet, das von großer Bedeutung für die Pharmazeutische Industrie, die Parfümindustrie

* Vortrag gehalten am 10.07.04 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

und die Agrartechnologie ist. Es gibt Moleküle, die sich wie linke und rechte Hand unterscheiden. Chemisch sind sie ununterscheidbar. Da biologische Stoffe Moleküle mit einer wohldefinierten Händigkeit aufweisen, differieren ihre biologische Wirkungen enorm. So unterscheiden sich die Geruchsmoleküle von Zitronen und Orangen nur durch ihre Händigkeit. Mit ab-initio Simulationen [3] wurde die Wirkung von Katalysatoren untersucht, welche Reaktionen gezielt steuern, sodass nur Produkte mit einer Händigkeit entstehen. Solche Simulationen geben wichtige Hinweise für das Molecular Engineering neuer Katalysatoren dieser Art.

- Die Halbleiterindustrie lebt von der zunehmenden Miniaturisierung von Halbleiterbauelementen, was sich in größerer Rechengeschwindigkeit, abnehmendem Energieverbrauch und sinkenden Kosten pro Rechenoperation auswirkt. Die kleinsten Strukturen eines Transistors, dem grundlegenden Schaltelement eines Computerchips, messen nur noch wenige Atomabstände. Damit ist die Halbleitertechnologie bereits eine bestehende Nanotechnologie mit enormer wirtschaftlicher Bedeutung. Sie stößt allerdings jetzt an Grenzen, was die Integration neuer Materialien in die bestehende Technologie erfordert. Diese müssen zudem bis auf die atomare Skala kontrolliert hergestellt werden. Ab-initio Simulationen [4, 5, 6] können hierbei Aufschluss über die Wachstumsprozesse dieser Strukturen geben und liefern damit wertvolle Hinweise für die Erforschung neuer Prozesse.

Referenzen

- [1] KÄSTNER, J. & P.E. BLÖCHL: „Towards an understanding of the workings of nitrogenase: A mechanistic model derived from density functional calculation“, ChemPhysChem. im Druck.
- [2] SCHIMPL, J., H.M. PETRILLI & P.E. BLÖCHL: „Nitrogen Binding to the FeMo cofactor of Nitrogenase“, J. Am. Chem. Soc. 125, 15772-15778 (2003).
- [3] BLÖCHL, P.E. & A. TOGNI: „First-Principles Investigation of Enantioselective Catalysis: Asymmetric Allylic Amination with Pd Complexes Bearing P, N Ligands“, Organometallics 15, 4125 (1996).
- [4] FÖRST, C.J., C.R. ASHMAN, K. SCHWARZ & P.E. BLÖCHL: „The interface between silicon and a high-k oxide“, Nature 427, 53 (2004).
- [5] ASHMAN, C.R., C.J. FÖRST, K. SCHWARZ & P.E. BLÖCHL: „First-Principles Calculations of Strontium on Si (001)“, Phys. Rev. B 69, 75309 (2004).
- [6] ASHMAN, C.R., C. J. FÖRST, K. SCHWARZ & P.E. BLÖCHL: „Chemistry of La on the Si (001) surface from first principles“, Phys. Rev. B. 70, 155330 (2004).

Brauchen wir ein neues Krankheitskonzept?* **- Eine Problemanzeige -**

KLAUS P. G. GAHL

Vormals: Innere Medizin, Medizinische Klinik II am Städtischen Klinikum Braunschweig
Dürerstraße 10, D-38106 Braunschweig

Der 1984 verstorbene Münsteraner Medizinhistoriker Karl Eduard Rothschuh hat mit seinem 1978 erschienenen Buch „Konzepte der Medizin in Vergangenheit und Gegenwart“¹ „Denkbemühungen, das Erfahrungsgut im Umgang mit dem Kranken in eine Struktur allgemeiner Grundsätze und daraus ableitbarer Folgerungen einzubetten, als ein „Konzept der Medizin“ bezeichnet – „conceptus im Sinne von zusammenfassender Idee. Zu einem solchen Konzept gehören ... eine Lehre vom Menschen ...eine Lehre von der Krankheit ... ferner eine Lehre von der Heilung. Der Anteil von Erfahrung und Denken an solchen Konzepten ist von der historischen Situation und vom soziokulturellen Geistes-klima eines Zeitalters abhängig.“ Ein Krankheitskonzept in diesem Sinne ist also ausdrücklich auf ärztliches Handeln zum Wohle eines aktuell oder potentiell Kranken bezogen. Diesem Verständnis folgend will ich hier drei Konzepte skizzieren mit dem Blick auf die Frage, ob wir ein neues Krankheitskonzept brauchen:

1. ein heute weithin von der naturwissenschaftlich-technisch geprägten Medizin her praktiziertes Krankheitskonzept;
2. das Krankheitskonzept einer anthropologischen Medizin und
3. ein Krankheitskonzept einer auf genetische Diagnostik gestützten voraus-sagenden (prädiktiven) Medizin.

Diese drei Konzepte sind vergleichbar gekennzeichnet durch

- die Selbst- und Fremdeinschätzung von Krankheit (Krankheit als Zuschreibung und soziales Konstrukt),
- ihre normativen und deontologischen, den Arzt verpflichtenden Implikationen² und

* Vortrag gehalten am 08.10.04 vor der Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

¹ Rothschuh, K. E. (1978): Konzepte der Medizin in Vergangenheit und Gegenwart. Stuttgart, Hippokrates-Verlag, S. XIII ff.

² Wieland, W. (2000): Thesen zum Krankheitsbegriff. In: „Der Begriff der Krankheit“. Studienbrief zum weiterbildenden Studienangebot „Medizinische Ethik“ der FernUniversität Hagen 2000, S. 19-33.

- die Handlungsintentionalität auf Linderung, Heilung oder Vermeidung von Krankheit mit der ethischen Relevanz der jeweiligen Begründung (Stichwort: Indikationsstellung).
- Darüber hinaus hat sich jedes dieser Krankheitskonzepte an den drei Referenzen Subjekt, Natur und Gesellschaft zu orientieren³.

Zum ersten Konzept:

Drei Hauptströmungen der abendländischen Medizingeschichte fließen in der seit dem Ende des 18. und im 19. Jahrhundert sich rapide entfaltenden, sich selbst naturwissenschaftlich verstehenden Medizin, der Grundlage unserer gegenwärtigen Medizin, zusammen:

- die mehr und mehr systematisierte *empirische Medizin* von Hippokrates (460-ca. 370) über Galen (129-199), Vesalius (1514-1564), Bacon (1561-1626), Sydenham (1624-1689), Boerhaave (1668-1738) bis in unser Jahrhundert. Von der Systematisierung von Symptomen, Befunden und Krankheitsbildern nach dem Grad ihrer regelhaften Zusammengehörigkeit in Syndromen oder empirischen Krankheitseinheiten („Entitäten“) zu der „erfahrungsgesicherten Medizin“⁴, der „evidence based medicine“⁵ als der heute weithin angelegten Referenz geht die empirische Medizin in ärztliches Beurteilen, Handeln und Bemessen ein. Die EBM verfolgt eine wissenschaftlich belegbare und ethisch zu rechtfertigende Begründung medizinischen Handelns durch die „external evidence“ klinisch-evaluativer Forschung in relativ homogenen Fallgruppen und der „internal evidence“ der individuellen Beobachtung, Erfahrung, des Wiedererkennens typischer Krankheitsbilder und des persönlichen Verstehens klinischer Situationen.
- Die in der griechischen Naturphilosophie verwurzelte *Humoralpathologie* die in der schlechten Mischung, der „Dyskrasie“ der Säfte, Elemente oder Qualitäten das Wesen der Krankheit und in der Verbesserung der Mischung die Aufgabe der Therapie sah; diese Humoralpathologie wirkt – selbstverständlich jetzt in naturwissenschaftlichem Gewand – bis in die Serologie und Immunologie des 19. und 20. Jahrhunderts fort.

³ Lanzerath, D. (2000): Krankheit und ärztliches Handeln, Freiburg / München, Verlag Karl Alber.

⁴ Hartmann, F. (2000): Der Beitrag erfahrungsgesicherter Therapie (EBM) zu einer klinischen Indikationen-Lehre. Seminar Lübeck 2.7.2002.

⁵ Raspe, H. (2000): Grundlagen und Theorie der Evidenz-basierten Medizin (EBM). In: Kunz, R., Ollenschläger, G., Raspe, H., Jonitz, G., Kolkman, F.-W. (Hrsg.): Lehrbuch Evidenzbasierte Medizin in Klinik und Praxis. Köln, Deutscher Ärzteverlag, S. 38-49.

- Die in die griechische Atomistik (Demokrit ca. 460-370) zurückreichende *Solidarpathologie*, die mit der aufkommenden Anatomie und der wissenschaftlichen Sektion in der Pathomorphologie der Organe (1761 Giovanni B. Morgagni: *De sedibus et causis morborum*) und Gewebe (um 1800 Francois Xavier Bichat) bis in die *Zellularpathologie* Rudolf Virchows (1821-1902) und bis in die subzelluläre Substratbindung der Krankheit an die Zellorganellen von Mitochondrien und Lysosomen⁶ und heutzutage an Molekularstrukturen der Zelle und ihrer Membranen sich fortsetzt. In der Molekularbiologie von Krankheit fließen gewissermaßen Solidar- und Humoralpathologie zusammen.

Im Sinne von Rothschuhs „Konzept“, das mit dem Krankheitsbegriff auch Ursache, Entwicklung und therapeutische Ansatzpunkte umfasst, ist es nur konsequent, auf der molekularen Ebene nicht nur Krankheit als solche zu verorten, sondern auch dort nach den pharmakologischen und -kinetischen Mechanismen der Therapie zu suchen (Beispiele: Membrankanalblocker oder Rezeptorenbesetzung oder Enzyminhibition). Bis zu der intensiven Entfaltung der Molekularbiologie und -medizin in den letzten ca. 20 Jahren war es der Bereich, der mit der Methodik der Naturwissenschaften, vor allem der Physiologie und Biochemie, den bildgebenden Verfahren der Radiologie, der Ultraschall-Sonographie, der Kernspin-Tomographie und der Mikrobiologie zu erfassen war und ist – der Bereich also der sog. physikalischen Diagnostik und Therapie, der das iatro-technische Krankheitskonzept (Rothschuh)⁷ seit dem Ende des 19. Jahrhunderts prägte; ein Konzept, das die gegenwärtige Medizin der westlichen Welt weithin bestimmt.

Was mit den genannten Methoden als *Normalität* und ungestörte selbstregulatorische *Funktionalität* erfasst werden kann, entspricht dem naturwissenschaftlichen Verständnis von *Gesundheit*. Entsprechend werden morphologische und funktionelle *Abnormität*, die Störung von Anpassungsfähigkeit und Selbstregulation (Autopoiese und Selbstorganisation) als *Krankheit* verstanden – d. h. als das mit naturwissenschaftlicher Methodik beobachtbar und erklärbar *Abnorme*.

Was aber ist *Normalität*? Was ist *normale, ungestörte Funktionalität*? Wer bestimmt die *Normabweichung*?

Ist es eine Individualnorm, von der abweichend sich ein Mensch krank fühlt? Ist es eine Durchschnittsnorm eines wie auch immer zusammengesetzten Kolle-

⁶ Beispiele sind die mitochondrialen Encephalo- und Myopathien bzw. lysosomale Enzymdefekte mit Bindegewebsspeicherkrankheiten (Mukopolysaccharidosen).

⁷ Roths Schuh, K.-E.: a. a. O., S. 417 ff.

tivs, einer Bevölkerungsgruppe? Ist es eine Idealnorm, auf die hin Befindens- und Leistungsverbesserung incl. „enhancement“ durch Doping, über das altersphysiologische Maß hinaus gesteigerte biologische Aktivität („Fitness bis ins hohe Alter“) oder Schönheitschirurgie⁸ gefordert werden?

Bereits die Unsicherheit der naturwissenschaftlichen Bestimmung des „Normalen“ macht – selbst wenn ihm „Streubreiten“ zugestanden werden – deutlich, dass *Befindlichkeit*, die die Selbsteinschätzung der Person als „gesund“ oder „krank“ prägt, mit den Kategorien messbarer Normalität nicht erfasst wird; gleiches gilt für andere durch Krankheit beeinträchtigte emotionale Bereiche oder auch physiologische Funktionen. Angesichts des vorherrschenden iatro-technischen Krankheitskonzeptes überrascht der von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) formulierte, obgleich utopische, dennoch normative Gesundheitsbegriff als das „völlige körperliche, seelische, geistige und soziale Wohlbefinden“. Hier werden ja Dimensionen angesprochen, die mit unserem praktizierten Krankheitskonzept zu erfassen gar nicht möglich ist – es sei denn, dass durch eine naturwissenschaftlich-medizinisch mögliche „Einregulierung“ von „Normabweichungen“ das „seelische und geistige“ und durch im weitesten Sinne sozialtherapeutische Maßnahmen auch das „soziale Wohlbefinden“ und die Überwindung von „Befindlichkeitsstörungen“ erreicht werden könnten.

Nach dieser kurzen Skizze des derzeit vorherrschenden naturwissenschaftlich-technischen Konzeptes nun zum zweiten:

Das morphologisch und funktionell geprägte naturwissenschaftliche, kausal-deterministische Krankheitskonzept, vor allem der geradezu euphorische Optimismus, der seine Entwicklung seit dem späten 19. Jahrhundert so vorangetrieben hat, forderte schon früh ein Gegengewicht. Das sahen Ludolf von Krehl und sein internistischer Schüler Viktor von Weizsäcker in der „Einführung der Person“ bzw. der „Einführung des Subjektes in die Pathologie, in die Medizin“ seit der Jahrhundertwende. „*Krankheiten* existieren nicht, wir kennen nur *krankte Menschen*“ (L. v. Krehl)⁹ – das war das Programm dieser *anthropologischen Medizin*, das jedoch gegen die „Schulmedizin“ der Zeitgenossen Krehls und Weizäckers und seiner Schüler nicht die ihm gebührende Beachtung und Verbreitung fand.

Weizsäcker kam wie Krehl aus der strengen Physiologie. Seine experimentellen sinnesphysiologischen und reflexologischen Untersuchungen zeigten ihm ein

⁸ Dass es für solche Steigerung oder kosmetische Eingriffe auch gewichtige medizinische oder psycho-soziale Gründe geben kann, soll hier nicht in Frage gestellt werden.

⁹ Krehl, L. v. (1930): *Pathologische Physiologie – Entstehung, Erkennung und Behandlung innerer Krankheiten*. Bd. 1. Berlin, Verlag F. C. W. Vogel.

ständiges Wechselspiel von Wahrnehmen und Bewegen, einen Umgang von Subjekt und Objekt, als „biologischen Akt“. Wahrnehmungsapparat, Sinnlichkeit und Reaktion bilden eine sinnstiftende Einheit. Auch das Krankheitsgeschehen ist ihm eine Einheit wechselseitiger Verborgenheit und Stellvertretung von Körperlichem und Seelischem. Das Kranksein hat einen biographischen Stellenwert, ist Entscheidungssituation, hat Krisencharakter (dieses nicht durch die Schwere der objektiven Krankheit sondern durch deren lebensgeschichtliche Funktion). Kranksein ist für Weizsäcker eine Weise des Menschseins und hat mit der Existenzwahrheit des Kranken zu tun. Mit der „Grundfigur von Not und Hilfe“ hat Weizsäcker (1926)¹⁰ die Koordinaten für das ärztliche Handeln als sachliche Entsprechung von Krankheit und Medizin und als personale Entsprechung von Mensch in Not und Mensch als Helfer abgesteckt. Die zyklomorphe Beziehung, der „*Gestaltkreis*“¹¹ von Wahrnehmen und Bewegen wiederholt sich im Umgang (!) von Subjekt und Objekt, in der Arzt-Patient-Beziehung.

Weizsäcker hat in zahlreichen Kasuistiken beispielhaft die radikale Psychosomatik auch schwerer Organkrankheiten anamnestisch (in „*biographischer Methode*“), diagnostisch und auch therapeutisch dargestellt¹². Was Weizsäcker angestrebt hat: eine Verbindung der naturwissenschaftlichen Medizin, auf die er ausdrücklich nicht verzichten wollte, mit – oder deren Aufhebung in – seiner anthropologischen Medizin hat über die sog. Heidelberger Schule der psychosomatischen Medizin hinaus wenig Beachtung gefunden.

Der in der Weizsäcker'schen anthropologischen Medizin betonten *Subjektivität* des Kranken in seinem Kranksein und dessen biographischer Bedeutung möchte ich kurz weitere anthropologische Konstitutiva als für das Kranksein wichtig hinzufügen – Kennzeichen, die von Weizsäcker weniger umfangreich herausgearbeitet wurden:

1. die *Zeitlichkeit* in ihren Aspekten von bio-psycho-sozialer Endlichkeit und Vergänglichkeit (darin die Kontingenzerfahrung menschlicher Existenz), von Zielgerichtetheit, von diachroner biographischer Identität, von nicht zeitgleichem Ablauf von Wachstum, Reifung, Blüte und Vergehen, von Sterblichkeit;

¹⁰ Weizsäcker, Viktor von (1926): Der Arzt und der Kranke. In: Achilles, P., Janz, D., Schrenk, M. und Weizsäcker, C. F. (Hrsg.): Viktor von Weizsäcker Gesammelte Schriften, Frankfurt a. M., Suhrkamp-Verlag (1987), Bd. 5, S. 9 – 26.

¹¹ Ders. (1940; ²1943): Der Gestaltkreis – Theorie der Einheit von Wahrnehmen und Bewegen. Ebd. Bd. 4, S. 77 – 337.

¹² S. z. B. Soziale Krankheit und soziale Gesundheit (1930). In: Ges. Schriften Bd. 8, S. 31 – 95; Fälle und Probleme (1947). In: Ges. Schriften Bd. 9, S. 7 – 276; Klinische Vorstellungen (1947). In: Ges. Schriften Bd. 9, S. 277 – 309; Der kranke Mensch. Eine Einführung in die Medizinische Anthropologie (1951), darin Klinische Vorstellungen 2. Teil. In: Ges. Schriften Bd. 9, S. 311 – 482.

2. die *Leiblichkeit* als naturale Bedingung für und Erlebnissfeld von Selbstempfindung, Selbst- und Fremd- und Umwelterleben, von Intentionalität, als erlebbare aktuelle und lebensgeschichtliche Identität in Gesundheit und Krankheit;
3. die *Geschlechtlichkeit* als potentiell ambivalent leiblich-seelisch erfahrene Spannung zwischen Glück und Verzweiflung, Mangel und Erfüllung, zwischen Ekstase und Depression;
4. die *Sozialität* als das Angewiesensein auf den Mitmenschen, als Möglichkeit von Vertrauen, Kommunikation und Mitmenschlichkeit, von Inter-subjektivität und Interpersonalität.

Diese anthropologischen Kennzeichen sind m. E. für ein gerade auch angesichts der modernen Medizin relevantes Krankheitskonzept zu berücksichtigen:

- die Zeitlichkeit und Sterblichkeit z. B. in Entscheidungen zum Therapieverzicht seitens des Arztes und des Kranken am Lebensende;
- die Leiblichkeit im angemessenen Umgang mit dem unvermeidbar auch als verdinglichter Körper zu behandelnden Kranken;
- die Geschlechtlichkeit als gelingende oder verletzte Hingabe oder Erwartung, als Trieb oder Liebe;
- die Sozialität als Erlebnis- und Wirkbereich, der auch verfehlt und als kränkend, krankmachend erfahren werden kann.

„Damit wird die Krankheit erst, was sie beim Menschen sein kann: aus einem Nur-Vorhandensein wird sie eine Angelegenheit seiner Existenz, aus seiner Ausgeliefertheit an sie etwas, das nicht ihn, sondern das er hat und womit er umgeht, wozu er Stellung nimmt. Erst dieser reaktive Selbstbezug des Erkrankten, in dem sein Grundleiden humane Gestalt annimmt, macht – ein krankheitsbedingtes Sich-zu-sich-selber-Verhalten einbeziehend – das Ganze der Krankheit aus“ – so Viktor Emil von Gebattel.¹³

Von diesem wieder nur knapp skizzierten anthropologischen Krankheitskonzept mache ich einen Sprung, indem ich Freuds Weg in die *Psychoanalyse* als lediglich für Neurosen und nicht für Organkrankheiten und ebensowenig im Blick auf die mit der thematischen Frage angepeilte voraussagende, die prädiktive Medizin für relevant ansehe.

Freud selbst hat – mindestens in den Anfängen – seine psychologischen Theorien zur Neurosenentwicklung als wünschenswerterweise mit naturwissenschaftli-

¹³ Gebattel, V. E. v. (1954): Zur Sinnstruktur der ärztlichen Handlung. In: ders.: Prolegomena einer medizinischen Anthropologie. Berlin / Göttingen / Heidelberg, Springer-Verlag, S.361 – 378, hier S. 365.

chen Methoden zu erhellende Theorien angesehen (s. seinen „Entwurf einer Psychologie“ von 1895).¹⁴

Mit einem dem Gestaltkreis Weizsäckers ähnlichen zyklomorphen Konzept hatte Jacob von Uexküll (1909) die Beziehung des Tieres zu seiner Umwelt als *Funktionskreis* beschrieben. Darauf hat der Internist und einer der wichtigsten Förderer der psychosomatischen Medizin in Deutschland Thure von Uexküll seine *Situationskreis*-Theorie aufgebaut: als nicht nur von Bedürfnissen (wie beim Tier) sondern von der emotionalen, affektiven und rationalen Prüfung, Wertung und Gestaltung mitgeprägte Wechselbeziehung, die den Menschen mit seinen Mitmenschen und seiner Mit- und Umwelt umfasst. Der Situationskreis prägt das *bio-psycho-soziale Krankheitskonzept*, wie Uexküll es gemeinsam mit Wolfgang Wesiack ausführt in der „Theorie der Humanmedizin“ (1988).¹⁵

So wichtig dieses Konzept für die Psychosomatik verschiedener methodischer Schulen geworden ist (es liegt dem wohl wichtigsten Lehrbuch der Psychosomatischen Medizin¹⁶ zugrunde) – auch über die Anamnese, die Hermeneutik und Therapie von sog. Psychosomatosen hinaus zu der Vielzahl sog. funktioneller Beschwerden in allen Bereichen der Medizin einschließlich chirurgischer Fächer¹⁷ – auch dieses Krankheitskonzept ist leider allzu wenig bekannt und hat nicht die verbreitete Anwendung gefunden, die ihm m. E. zu wünschen ist.

Als dem bio-psycho-sozialen Konzept verwandt darf das stark philosophisch (speziell von Heidegger her) geprägte daseinsanalytische Konzept von Medard Boss angesehen werden: sein Buch „*Grundriss der Medizin und der Psychologie*“ (1970) mit dem programmatischen Untertitel „Ansätze zu einer phänomenologischen Physiologie, Psychologie, Pathologie, Therapie und zu einer daseinsgemäßen Präventiv-Medizin in der modernen Industriegesellschaft“.¹⁸

¹⁴ Freud, S. (1895): „Entwurf einer Psychologie“. Der Titel stammt von den Herausgebern der „Anfänge der Psychoanalyse“; das Originalmanuskript trägt keinen Titel. (Anmerkung der genannten Hrsg.) In: Gesammelte Werke, Nachtragsband, hrsg. von A. Richards unter Mitwirkung von I. Grubrich-Simitis. Frankfurt a. M. 1999, Fischer Taschenbuchverlag, S. 375 – 486.

¹⁵ Uexküll, Th. v. & Wesiack, W. (1988, ³1998): Theorie der Humanmedizin – Grundlagen ärztlichen Denkens und Handelns. München / Wien / Baltimore, Verlag Urban & Schwarzenberg.

¹⁶ Uexküll, Th. v. (Hrsg.): Psychosomatische Medizin. 1. Aufl. 1979, 6. Aufl. 2003.

¹⁷ Siehe z. B. B. Hontschik (Hrsg.): Psychosomatisches Kompendium der Chirurgie. München, Hans Marseille Verlag GmbH 2003.

¹⁸ Boss, M. (1971;²1975): Grundriss der Medizin und der Psychologie. Bern - Stuttgart - Wien: H. Huber.

Ich komme zum dritten Konzept:

Am Beginn des neuen Jahrtausends sind es m. E. die beiden schwachen Begleitströme des bio-psycho-sozialen und des anthropologisch-medizinischen Krankheitskonzeptes, die dem weiterhin dominierenden naturwissenschaftlich orientierten Hauptstrom kaum ein wirksames Gegengewicht bieten können.

Die Bemühungen in Naturheilverfahren, Homöopathie und Esoterik schlagen nahezu ausschließlich alternative Wege außerhalb der institutionalisierten und praktizierten Medizin ein. Als Ausdruck des Unbehagens gegenüber der reduktionistischen „Schulmedizin“ sind sie jedoch ernst zu nehmen.

Für die vorherrschende Medizin unserer Tage hat uns der rasante Fortschritt der Molekularbiologie, speziell der Molekulargenetik mit der weitgehenden Entschlüsselung des Genoms, mit den wachsenden Möglichkeiten der Pränidations- oder Präimplantationsdiagnostik an in vitro hergestellten Embryonen oder an präkonzeptionellen Keimzellen eine große Zahl von Genkonstellationen enthüllt, die (wenngleich nicht im fachlichen Sprachgebrauch) als „genetische Krankheiten“ bezeichnet werden.

Auf die Mechanismen der Änderungen der Gene oder der sie tragenden Chromosomen möchte ich hier nicht eingehen. Was aber geschieht durch die Benennung solcher Gen- oder Chromosomen-Änderung als Krankheit? Ein genetischer Befund wird als Disposition, d. h. mit prospektiver Implikation angesehen, über deren Expressivität, ihre den Phänotyp des ausgetragenen Kindes bestimmende „Kraft“ wir nichts Zuverlässiges sondern bestenfalls mehr oder weniger große Wahrscheinlichkeiten der Manifestation voraussagen können – ein solches Datum wird zur Krankheit erklärt. Eine zukünftig mögliche, sozusagen „futuresche“ Krankheit! Diese Möglichkeit, die „virtuelle Krankheit“ wird wie das Faktum einer realisierten, aktuellen Krankheit angesehen. Dementsprechend drängt sich auch schon der normativ-deontologische Handlungsappell auf.

Für ein Behandlungskonzept lassen sich dazu prinzipiell drei Wege denken:

1. die Elimination der Träger (Plural!) abnormer genetischer Anlagen
 - durch Nicht-Transfer von Frühembryonen aus der Petrischale in den Uterus der Mutter,
 - durch Embryo- bzw. Fetozid in der Schwangerschaft (bei der Pränataldiagnostik in der Frühschwangerschaft z. B. durch Amniozentese mit Fruchtwasseranalyse) oder
 - durch Therapie-Verzicht bei nicht spontan lebensfähigen Neugeborenen.
2. die pränatale Akzeptanz der antizipierten Krankheit und entsprechende Vorbereitung auf die Geburt eines genetisch abnormen Kindes mit – spezi-

eller Ernährung (z. B. bei Phenylketonurie¹⁹: Meidung der Aminosäure Phenylalanin in der Nahrung des Säuglings);

- Meidung von Faktoren, die die genetische Disposition in ihrer Manifestation begünstigen (z. B. bei der Mukoviszidose)
- Entfernung schädlicher Stoffwechselprodukte (z. B. Kupfer Cu^{++} bei Wilsonscher Erkrankung bei Neugeborenen);
- Substitution von mangelhaft gebildeten Genprodukten, d. h. Enzym-eiweiß wie den Hämophilie-Faktor VIII, oder von Enzymprodukt wie Cortisol bei Steroid-21-Hydroxylase-Defizienz;

3. die „vorausseilende“ Elimination der Manifestationsorgane

- noch vor deren Erkrankung (z. B. Brustamputation bei jugendlichen Frauen bei Nachweis des BRCA-1- oder -2-Gens oder Schilddrüsen-Exstirpation bei der Multiplen Endokrinen Neoplasie MEN Typ 2 mit medullärem Schilddrüsenkarzinom und anderen Tumoren endokriner Organe) oder
- engmaschige Kontrolluntersuchungen bei genetischer Disposition zum Colon-Carcinom mit operativer Entfernung des Darmes bei nur geringstem Verdacht eines Colon-Polypen.

Keiner dieser Behandlungswege ist abwegig, jeder wird bereits praktiziert. Keiner ist frei von biologisch-medizinischen, von psychologischen oder ethischen Problemen.

Was aber geschieht hier mit der Befolgung des Handlungsappells? Hier wird der genetische Befund als Diagnose „genetische Krankheit“ gesetzt und damit ein dem iatro-technischen analoges Krankheitskonzept zur Grundlage für Handlungsentscheidungen, konkret: für Therapie gemacht. Dem ist aufgrund einer Reihe von biologischen, erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen, psychologischen, sozialen und juristischen und nicht zuletzt auch von ethischen Problemen Einhalt zu gebieten.

Zunächst zur *Methodik*: Pränatale genetische Diagnostik kann sich

- auf die präkonzeptionelle Untersuchung von elterlichen Keimzellen,
- auf die Untersuchung von Prä-Implantations-Embryonen aus der In-vitro-Fertilisation

¹⁹ Die Phenylketonurie ist mit ca. 1:10'000 Geburten eine der häufigsten genetisch bedingten Aminosäure-Stoffwechselstörungen (das PKU-Gen auf Chromosom 12 (12q22-24.1) kodiert für Phenylalanin-Hydroxylase), die nach Beginn der Zufuhr proteinhaltiger Nahrung durch fehlenden Phenylalanin-Abbau beim Säugling zu geistiger Retardierung, Krämpfen und extrapyramidalen Symptomen führt. Kinder PKU-kranker Mütter haben vermehrt Kinder mit angeborenen Missbildungen.

- auf die Analyse des per Amniozentese gewonnenen Fruchtwassers oder
- auf die Chorionzottenbiopsie stützen.

Diese Methoden sollen hier nicht näher dargestellt werden. Vielmehr gelten die Überlegungen der genetischen Diagnostik als solcher und ihren Konsequenzen.

Durch die beiden letztgenannten Verfahren können wir das Genom, den Chromosomensatz des Embryos nach der Kernverschmelzung der elterlichen Keimzellen feststellen.

Zu fragen ist, was wir durch die genetische Diagnostik wissen:

Auf der biologischen Ebene: Wir können Chromosomen- oder Genkonstellationen erkennen. Ja. Aber wissen wir damit etwas über die Expression des Genotyps zu einem Phänotyp, über die Realisierung genetischer Möglichkeit bis zum ausgetragenen Kind oder sogar bis zum Erwachsenen? Nein: Es gibt keine 1:1-Abhängigkeit zwischen Gen oder Genom und Erscheinungsbild des ausgetragenen Neugeborenen. Selbst die sog. monogenetisch kodierten Krankheiten (wie z. B. die Mucoviszidose²⁰ oder die gefürchtete Chorea Huntington²¹) sind hinsichtlich Manifestationsalter, gradueller Ausprägung und Verlauf nicht vorauszusagen. Die Genom-Funktion ist sozusagen genom-inhärent variabel (durch „modifier genes“, variable oder „dynamische“ Mutationen, durch Variabilität der Expressivität). Die Genom-Wirkung „nach außen“, d. h. in die von ihm gesteuerte Proteinsynthese, ist abhängig von der selbst produzierten Umwelt, dem sog. Proteom, und dem zellulären und organ- und organismus-abhängigen „milieu interne“. Bezüglich des genetischen Determinismus zeigt sich ein Kontinuum von umgekehrt proportionalem Einfluss von Genom und „genetischer Außenwelt“. Disposition und „Umwelt“ sind wechselseitig voneinander abhängig; das Genom wird auch in seiner Wirksamkeit von den umwelt-bezogenen Bedürfnissen „gesteuert“. Wegen der vielfältigen gen-inhärenten und organismischen Einflussfaktoren werden Voraussagen unsicher.

Was folgt aus der unsicheren Möglichkeit der Voraussage für die diagnostische Beurteilung bezüglich „genetischer Krankheit“? Von Krankheit kann hier noch gar nicht gesprochen werden. Es können bestenfalls genetisch determinierte, mehr oder weniger hohe Wahrscheinlichkeiten angenommen werden.

Ich hatte gefragt, was wir aufgrund genetischer Diagnostik wissen. Erkennen wir mit der Entschlüsselung des menschlichen Genoms die Ursachen oder lediglich naturale Bedingungen oder Möglichkeiten von Krankheiten? Können wir

²⁰ Mutation in Position 7 q 31.3, kodiert für ein hochmolekulares Cl[−]-Ionenkanal-Protein in Epithelien von Speicheldrüsen; sehr zahlreiche Genmutationen dieses Locus auf Chromosom 7 mit unterschiedlicher klinischer Manifestation der „Mucoviszidose“.

²¹ Mutation in Genposition 4 p 16.3: dort Trinukleotid-Wiederholung von Cytosin-Adenosin-Guanosin > 30 hinaus auf bis zu 100 Trinukleotide.

überhaupt angesichts der vielfältigen Einflüsse und wechselseitigen Abhängigkeiten „Kausalität“ oder allenfalls „Konditionalität“ erfassen? Gene sind für viele Krankheiten nicht hinreichende, obgleich notwendige Partialbedingungen, die wiederum nicht unerlässlich aber hinreichend sind für deren Manifestation²².

Und: was ist – zumal bei der Variabilität des Genoms mit nicht pathogenen Mutationen – „genetische Normalität“? Gibt es sie überhaupt? Und weiter: Begründet Normalität eo ipso Normativität, i. e. können wir aus einer genetischen Normabweichung den in einem ärztlichen Krankheitskonzept (i. S. Rothschuhs) implizierten Handlungsappell zur Heilung, Linderung oder Abwehr von Krankheit ableiten? Und worauf ist die Normativität zu beziehen: auf eine biologische oder eine soziale „Norm“, auf eine aus dem genetischen Befund antizipierte Manifestation einer Krankheit, die für das ausgetragene Kind, dessen Eltern oder die Gesellschaft nicht erträglich ist?

Mit der Möglichkeit prädiktiver Diagnostik an Embryonalzellen oder der genetischen Untersuchung Erwachsener wird auch die anthropologische Grundsatzfrage des Verhältnisses unserer naturalen Determiniertheit und der freiheitlichen Selbstbestimmung eröffnet – grundsätzlich und speziell im Blick auf Gesundheit und Krankheit. Diese allein auf genetische Disposition zurückführen zu wollen, hieße auch, eigenverantwortliche, soziale und umweltliche Krankheitsfaktoren fatalistisch außer acht zu lassen. Unser Selbstverhältnis, unser Verhältnis zur Natur, zur Gesellschaft und zu uns selbst in ihr wird tangiert.

Aus diesen anthropologischen Fragen, die sich aus der Kenntnis des Genoms ergeben, erwächst im Blick auf ein Krankheitsverständnis prädiktiver Medizin das Problem, ob eine genetisch determinierte (d. h. mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit) oder probabilistisch (d. h. mit geringerer Wahrscheinlichkeit) voraussagbare Krankheit – ob also die genetische Abnormität als Schicksal, als naturale Anlage und insofern als ein Objektivum Krankheit ausmacht oder ob diese nicht auch ein Ergebnis von Selbst- oder Fremdeinschätzung oder Sozialkonstrukt ist.

Genetische Diagnostik (ungeachtet vorweg oder auf ihrer Basis getroffener Entscheidungen) betrifft stets auch die Angehörigen: Eltern, Geschwister, Kinder und Kindeskiner. Wir gewinnen Informationen – ob positiv oder negativ – über sie. Fragen wir, ob sie das wollen? Welche Konsequenzen ergeben sich für die genetisch getestete Person? Dürfen wir genetische Information über uns selbst zurückhalten vor unseren Angehörigen? Zu welchen Konsequenzen aus den bei der getesteten Person erhobenen Befunden dürfen wir sie veranlassen?

²² Mergenthaler; D. (2003): Wird die molekulare Medizin die Auffassung von Krankheiten in der gegenwärtigen Medizin erneuern? *Zschr Medizin. Ethik* 49:151 – 162.

Unser grundrechtlich geschütztes Recht auf Wissen wie das auf Nicht-Wissen (wer kann uns zur genetischen Selbsttestung verpflichten?) tangiert die gleichen Rechte unserer Verwandten.

Dürfen wir – entgegen der Verpflichtung, einer Kranken- oder Lebensversicherung sämtliche krankheitsrelevanten Informationen über uns mitzuteilen – unser genetisches Wissen über uns selbst verschweigen? Welche Konsequenzen ergeben sich aus der Bekanntgabe oder der Vorenthaltung (wiederum für den Untersuchten und für die Angehörigen!)? Mit welchen „Auflagen“ oder Sanktionen ist hier zu rechnen?

Für eine als „Krankheit“ definierte aktuelle oder zu antizipierende Gesundheitsbeeinträchtigung ist in unserem Gesundheitssystem die Krankenversicherung sozialleistungspflichtig sowohl für deren Diagnostik als auch deren Therapie. Kann sie das auch sein für die genetisch prädiktive Diagnostik mit deren Unsicherheiten? Kann sie es sein für „genetische Krankheiten“?

Neben diesen pragmatischen Problemen (die psychischen Konflikte, die durch sie oder ihre „Lösungen“ angesprochen sind, will ich hier übergehen; sie sind gravierend) muten die vorgenannten erkenntnis- und wissenschaftstheoretischen Fragen eher akademisch an. Sie sind es aber nicht. Führen sie uns doch wieder zurück zur Frage der ethischen Verantwortbarkeit des Handelns in diesem Kontext.

Zurück zu dem eingangs beschriebenen Krankheitskonzept (von Rothsuh) mit seinem impliziten Handlungsappell! Hier sei zunächst an den Arzt als den Adressaten des Appells gedacht. Ein Krankheitskonzept prägt stets auch das Verhältnis zwischen dem Arzt und dem Kranken. Mit der prädiktiven Medizin wird die primäre Zweierbeziehung sachlich, personal und juristisch zu einer Mehr-Personen- und Institutionen-Beziehung wechselseitiger Abhängigkeit, in der keine der aktuell und in Zukunft entscheidenden oder betroffenen Personen außer acht gelassen werden darf: sachlich-medizinisch im Blick auf die Diagnostik und Therapie, personal i. S. der Verantwortung und Gewissensentscheidung und juristisch hinsichtlich der Anspruchs- und Schutzrechte des potentiell wachsenden Kindes, der Mutter und der Verwandten.

Dem haben der prädiktiven Diagnostik vorausgehende und ihr folgende fachliche, psychologische und ethische Beratungsgespräche Rechnung zu tragen.

Vor dem Hintergrund der hier nur angerissenen wissenschaftlichen, theoretischen pragmatischen Konflikte soll nun erneut die Frage gestellt werden, ob wir ein neues Krankheitskonzept brauchen und – wenn ja – wofür?

Wenn wir „*Krankheitskonzept*“ in dem eingangs genannten Sinne von Rothsuh und ähnlich von Uexküll & Wesiack verstehen, d.h. mit der Implikation des Handlungsappells und eines für die betroffene Person zu rechtfertigenden Therapieplanes, dann ist zu fragen

1. ob wir eine mit mehr oder weniger großer Wahrscheinlichkeit sich materialisierende oder manifestierende genetische Veranlagung, eine Disposition zu einer Krankheit als Handlungsauftrag einer Drittperson, die sich selbst nicht artikulieren kann, nämlich eines Präembryos vor seiner Nidation in der Gebärmutter ansehen können (das ist eine Wissensfrage mit der juristischen Implikation des Lebensschutzrechtes), und ob wir das dürfen oder sollen (eine ethische Frage);
2. zu fragen ist auch, für wen und um welches Zieles willen wir die radikale Therapie der Elimination von Möglichkeit eines Lebens glauben rechtfertigen zu können.

Gewiss, Ärzte handeln häufig im unterstellten Behandlungsauftrag nicht einwilligungsfähiger Personen (Kinder, Bewusstlose, demente Personen etc.). Dem Embryo kann aber kein Behandlungsauftrag für eine nur mögliche Krankheit unterstellt werden. Und kann die potentielle Mutter, können die Eltern des Embryos einen ihn betreffenden Behandlungsauftrag geben?

Wie auch immer die Behandlung einer möglichen „genetischen Krankheit“ aussehen mag, so muss m. E. das Krankheitskonzept

- von dem Behandlungsauftrag getrennt werden.

Dann ist aber auch nach der Rechtfertigung der „Therapie“, des präsumtiven Handelns zum Zwecke der Vermeidung der Manifestation abnormer genetischer Disposition zu fragen. Diese Frage ist hier noch viel schwieriger zu beantworten als im Kontext von präventiven Maßnahmen bei Erwachsenen mit Risikokonstellationen z. B. für Herz- oder Gefäßkrankheiten; sind doch hier Entscheidungs- und Befolgungssubjekt gleich.

Die Befreiung des Krankheitskonzeptes von seinem deontologischen, den Arzt zu einem Therapiekonzept verpflichtenden Charakter (nicht im gleichen Schritt von seinem normativen Charakter!) kann auch für Handlungsentscheidungen bei schwerer Krankheit oder am Lebensende bedeutsam sein, indem Ärzte sich von der (vermeintlichen) Therapieverpflichtung der Krankheit lösen und vom Behandlungswunsch des Kranken leiten lassen. Die Achtung des moralischen, auch das Selbstverständnis des Arztes anrufenden Appells muss individuelle und situative Entscheidungen offen lassen, indem nicht Krankheit, schon gar nicht die bloße Disposition dazu, untrennbar mit Therapieverpflichtung verknüpft wird.

- Begrifflich muss klar zwischen Krankheit und genetischer Disposition unterschieden werden. Der Begriff „genetische Krankheit“ ist zu vermeiden. Anlage und Umwelt sind in reziproker Gewichtung an der Krankheitsmanifestation beteiligt; sie sind kontext-abhängig. Krankheiten wie auch Eigenschaften des ausgetragenen, sich weiter entwickelnden Kindes sind nicht kausal, schon gar nicht monokausal auf *ein* Gen zurückzuführen.

Nicht genetische Präformation sondern dynamische Interaktion zwischen Genom und dessen Umwelt vom Proteom bis zur äußeren Umwelt prägen den Phänotyp.

Das heißt nicht, dass nicht intra-uterine Embryo- oder Foetopathien diagnostizierbar wären, die einer Therapie bedürften, sei es noch während der Schwangerschaft oder – sofern das Kind lebend und lebensfähig zur Welt gebracht wird – gleich nach der Geburt.

- Das noch vorherrschende Krankheitskonzept impliziert ein möglichst kuratives Therapieziel angesichts einer aktuellen Gesundheitsbeeinträchtigung. Mit der prädiktiven Medizin wird immer stärker ein vorbeugendes (präventives) oder gar ein dispositionelle Krankheit verhinderndes Behandlungsziel in den Vordergrund treten mit der Möglichkeit, dass Embryonen ihr Lebensschutzrecht vorenthalten wird, die vielleicht gesund heranwachsen, ausgetragen werden und vielleicht für Jahre ein zufriedenes Leben führen könnten. Hier setzt ja die scharfe Kritik der Behindertenverbände an mit ihrem Veto gegen die Präimplantationsdiagnostik.
- Auch unter Berücksichtigung der biologischen Probleme der Genotyp/Phänotyp-Beziehung bleibt eine genetische Definition von Krankheit innerhalb des naturwissenschaftlichen Erklärungshorizontes; die psychosoziale Dimension bleibt ausgeschlossen.
- Bislang als involutiv-degenerativ angesehene Prozesse wie Alterung mit den normalen Prozessen von Leistungsminderung, nachlassender Libido, Knochendichteminderung etc., auch biologisch natürliche Einschränkungen von – an welchem Standard auch immer gemessener – Lebensqualität werden zu Krankheiten „medikalisiert“, indem sie diagnostisch benannt werden und damit eine Therapie rechtfertigen – sei es medikamentös (z. B. Ritalin® oder Viagra® u. v. a.) oder mittels regenerativer Maßnahmen wie Zell- oder Gewebersersatztherapie oder operativ.
- Zu bedenken ist auch, dass mit der Einschätzung abnormer genetischer Disposition als Krankheit ihre Diagnostik nicht mehr nur eine Einzelperson sondern auch deren Verwandte betrifft. Die sozial sich auflösende Familie wird biologisch, i. e. genetisch, und durch juristische und moralische Ansprüche und Rechte wieder „gekittet“.
- Mit der Kenntnis des eigenen genetischen Status wird Krankheit in der Selbstwahrnehmung und der Selbsteinschätzung mehr zur Manifestation von Disposition und weniger als durch biographische, situativ bedingte und von aktuellen Gegebenheiten abhängige Gesundheitsbeeinträchtigung gesehen werden, die eigenverantwortlich mitgestaltet wird bis hin zu den aus der Krankheit abgeleiteten Sozialleistungsansprüchen und -erwartungen.

In den vorausgehenden Überlegungen wurde die *präventive Medizin* nur kurz erwähnt: die Ermittlung von Risikofaktorenkonstellationen und die Behandlung im Hinblick auf die statistisch voraussagbaren „futurischen“ Krankheiten. Sollte hierin vielleicht eine Analogie zur Situation der prädiktiven (genetischen) Medizin liegen, die – mutatis mutandis – entsprechende „Vorsorgemaßnahmen“ bei genetischer Disposition rechtfertigt: die sichere Verhütung der befürchteten Krankheit? Ich sehe hier fundamentale Unterschiede. Die aus der prädiktiven bzw. aus der Risikofaktoren-Diagnostik gezogenen Konsequenzen haben zwar das gemeinsam, dass sie beide eine statistisch begründete zukünftige Möglichkeit der Manifestation oder Realisierung einer Disposition beurteilen und daraus pragmatische Schlüsse ziehen. Indem für den Prä-Implantations-Embryo entschieden wird, ihn nicht zu transferieren, oder für das bereits in der Gebärmutter wachsende Kind der Schwangerschaftsabbruch, wird beiden Wesen aber ihre Lebensmöglichkeit vorenthalten, sie werden getötet, obwohl für beide die reziproke Wahrscheinlichkeit einer normalen Entwicklung besteht. Beide sind nicht die Entscheidungssubjekte akzeptierter Lebensqualität oder der Akzeptanz vorsorglicher Maßnahmen, vielmehr entscheidet die (potentielle) Mutter, das Elternpaar oder der Reproduktionsmediziner (Genetiker oder Geburtshelfer). Auch haben sie beide nicht (wie der präventiv behandelte Risikofaktoren-Patient) die Freiheit, mit dem Risiko zu leben.

Ich fasse meine „Problemanzeige“ zusammen:

1. Ein Krankheitskonzept, das sich allein auf naturwissenschaftliche, empirisch zu erfassende Daten einer normabweichenden Funktionalität und/oder „Pathomorphologie“ von Organen oder des Gesamtorganismus stützt, kann den biologischen, psychologischen und sozialen Ko-Determinanten des Krankheitsgeschehens weithin nicht genügen.
2. Das bio-psycho-soziale Krankheitsmodell berücksichtigt weit mehr als das weithin praktizierte Verständnis die Selbsterfahrung des Kranken in seinem Kranksein und seine Einbettung in den psycho-sozialen Kontext der engeren und weiteren Mit- und Umwelt (Familie, Arbeits-, Entfaltungsfeld etc.). Dieser Dimension wird das naturwissenschaftlich-technische, iatro-technische Krankheitskonzept nicht gerecht.
3. Ein anthropologisch-medizinisches Krankheitskonzept sieht in wesentlichen Konstitutiva des Menschen prägende Faktoren für das Kranksein des Kranken und das Handeln des Arztes: in der Subjekthaftigkeit, der biologischen, psychologischen, biographischen Geschichtlichkeit, der Endlichkeit, in seiner möglichen Kontingenzerfahrung, die auch das Kranksein als Seinsweise umfasst, in seiner Fähigkeit zur leiblichen Identifikation, seiner Geschlechtlichkeit und Sozialität. Diese Auszeichnungen des Menschen gegenüber dem Tier bestimmen auch die Gegenseitigkeit der Arzt-Patient-Beziehung.

Zugegeben: ein Desiderat eines Krankheitskonzeptes – sehr wohl aber relevant auch oder gerade angesichts eines reduktionistischen Modells praktizierter Alltagsmedizin.

4. Mit der *präventiven* Medizin greift das Krankheitskonzept in seiner Handlungsintentionalität auf eine probabilistisch zwar gestützte, aber mehr oder weniger unsichere Möglichkeit einer Person, zu erkranken, hinaus; das ärztliche Handeln wird sachlich begründet und ethisch gerechtfertigt durch die prognostische Beurteilung einer statistisch, also nicht individuell als „ungünstig“ beurteilten Risikofaktorenkonstellation. Der Beurteilung liegen großenteils soziale, ökonomische, versicherungsstatistische Voraussetzungen und Richtlinien zugrunde. Entscheidungs- und Befolgungssubjekt ist die präventive Maßnahmen akzeptierende Person.
5. *Prädiktive genetische Diagnostik* gilt dem Nachweis oder Ausschluss einer Krankheitsveranlagung – einer möglichen Manifestation einer chromosomal-genetischen Disposition zu einer Krankheit der untersuchten Person oder der eines potentiellen oder bereits wachsenden Embryos.
6. *Prädiktive Diagnostik* ist – abgesehen von methodischen Schwierigkeiten und Risiken –
 - biologisch wegen der fehlenden 1:1-Korrelation zwischen Genotyp und Phänotyp selbst bei monogenetisch kodierten Krankheiten nicht sicher;
 - in der Wertung von normaler und abnormer genetischer Disposition durch Arbitrarität belastet (Stichwort: genetische Variabilität ohne Krankheitswert);
 - hinsichtlich der Frage der Kausalität einer Genkonstellation für eine vorauszusagende Krankheit kaum zu beurteilen.
 - Oft ist nicht genau vorauszusagen, ob sich eine genetische Anomalie durch intra-uterinen Tod oder postnatale Lebensunfähigkeit und frühkindlichen Tod oder (laut Selbstaussage) zufriedenstellende Lebensqualität bis ins höhere Erwachsenenalter (wie bei Trisomie 21 = Down-Syndrom) oder ein vom jungen Erwachsenenalter bis zum Tod in der 5. oder 6. Lebensdekade progredientes Leiden (Chorea Huntington) manifestiert.
7. Prädiktive Diagnostik bringt die Spannung von natürlicher Determiniertheit und freiheitlich selbstverantwortlicher Gesundheits- und Krankheitsgestaltung zu Bewusstsein.
8. Prädiktive Diagnostik betrifft nicht eine Einzelperson sondern prinzipiell auch deren Verwandte. Das hat moralische, psychologische und juristische Konsequenzen.
9. Im Blick auf ein Krankheitskonzept lässt prädiktive Diagnostik nur mehr oder weniger wahrscheinliche „Krankheiten“ voraussagen. Eine solche „vir-

tuelle Krankheit“ kann ethisch und darf pragmatisch nicht eo ipso mit einem Behandlungskonzept obligat verbunden werden.

10. Ein neues Krankheitskonzept, das den vielfältigen Problemen des probabilistischen Charakters der Disposition Rechnung trägt, muss von dem deontologischen, den Arzt verpflichtenden Appell befreit werden, ohne dass die normative Dimension von Krankheit verloren geht.
11. So kann es uns auch befreien zu je individuell und situativ zu treffenden und zu verantwortenden Entscheidungen zum ärztlichen Handeln am Lebensanfang wie am Lebensende.

Der „neue“ Münzfundkatalog Mittelalter/Neuzeit der Numismatischen Kommission der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Ein Zwischenbericht)*

REINER CUNZ

Niedersächsisches Landesmuseum Hannover, Urgeschichtsabteilung
Niedersächsisches Münzkabinett der Deutschen Bank
Georgsplatz 20, D-30159 Hannover

MARIO SCHLAPKE

Landesamt für Archäologie mit Museum für Ur- und Frühgeschichte Thüringens
SG Archäoinformatik und Fundnumismatik
Humboldtstraße 11, D-99423 Weimar

Im Jahre 1941 erschien in den Blättern für deutsche Landesgeschichte ein programmatischer Aufsatz über „Die deutschen Münzfunde“. Autor war der braunschweiger Museumsdirektor Prof. Dr. Wilhelm Jesse (1887–1972) ¹. Er gehörte zu den ersten Mitgliedern der 1943 gegründeten Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft. Seine Ideen zur Fundnumismatik inspirierten bald Walter Hävernich (1905–1983) zu seiner Konzeption einer flächendeckenden Funddokumentation für Thüringen (1943/1955) und Deutschland (1950). Aus dem maschinenschriftlichen Fundkatalog Mittelalter/Neuzeit „seiner“ Numismatischen Kommission der Länder in der Bundesrepublik Deutschland ist ein halbes Jahrhundert später der EDV-Münzfundkatalog hervorgegangen.

Ziel unseres Vortrags vor der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft war es, eine breite wissenschaftliche Öffentlichkeit über ein altes und zugleich neues **Langzeitprojekt** der Numismatischen Kommission der Länder in

* Kurzfassung des um die nötigsten Nachweise ergänzten Vortrages vor dem Plenum der BWG am 19. November 2004 im Niedersächsischen Landesmuseum Hannover. Dem Präsidenten der BWG, Herrn Prof. Dr. Joachim Klein, danken wir für die engagierte Diskussionsleitung und für sein ungebrochenes Interesse an numismatischen Themen.
Zu numismatischen Akademieprojekten vgl. den Beitrag von Cunz, R., in: Carl-Friedrich-Gauß-Kolloquium 2003 „Geld regiert die Welt“, Braunschweig 2004 (= Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft 53), S. 63–94, hier S. 85–88.
Zur Arbeit der NK wird allgemein verwiesen auf: Cunz, R. (Hg.): *CONCORDIA DITAT, 50 Jahre Numismatische Kommission der Länder in der Bundesrepublik Deutschland 1950–2000*, Hamburg 2000, (= Numismatische Studien 13).

¹ Jesse, W.: Die deutschen Münzfunde, in: *Blätter für deutsche Landesgeschichte* 86, 1941, S. 67–92.

der Bundesrepublik Deutschland zu informieren. Der multidisziplinäre Zuschnitt als Wissenschaftsakademie macht die BWG zu einem interessanten Gesprächspartner für eine Numismatik, die sich als Brückenfach versteht. Der erste Teil des Beitrages sollte in aller gebotenen Kürze mit Forschungsgeschichte², Aufgabenstellung, Konzeption und Neuerungen des Unternehmens vertraut machen. Im zweiten Teil wurde es mit den modernen didaktischen Möglichkeiten einer Powerpoint-Präsentation in seiner heutigen modernen Form vorgestellt.

Wir wünschen uns eine lebhafte Diskussion und einen fruchtbaren Gedankenaustausch mit in- und ausländischen Kollegen aus der Numismatik, Wirtschaftsgeschichte, Archäologie und weiteren historischen Disziplinen. Wir wünschen uns zugleich eine internationale Zusammenarbeit mit ähnlichen Projekten. Auch dazu sollen diese Zeilen Anstöße liefern.

Der Fundkatalog Mittelalter/Neuzeit wurde im Jahre 1950 mit der **Gründung** der Numismatischen Kommission (NK) von Walter Hävernicks, ihrem langjährigen Vorsitzenden, ins Leben gerufen. Neben anderen Aufgaben der Wissenschaftsorganisation und der Wissenschaftsförderung, wie z. B. internationale Zusammenarbeit und Nachwuchsförderung, sind es wissenschaftliche Langzeitaufgaben, die im vergangenen halben Jahrhundert das einigende Band der NK waren. Weitere Schwerpunkte waren bzw. sind die antiken Münzfunde und die deutschen Münzen in den nordeuropäischen Auslandsfunden des 10./11. Jahrhunderts. Beide Forschungsbereiche haben sich verselbstständigt und konnten nach einer längeren Phase mit Basisarbeiten in die Obhut anderer Träger, der Fundkatalog Antike an die Mainzer Akademie der Wissenschaften und der Literatur³ und das Schwedenprojekt an die Numismatische Forschungsgruppe der Universität Stockholm (Kenneth Jonsson)⁴ übergehen. Die konzeptionelle Leitung des antiken Fundkatalogs lag bzw. liegt in den Händen von Hans Gebhart (1900–1960), Konrad Kraft (1920–1970), Maria Radnoti-Alföldi und Hans-Markus von Kaenel. Die **Verantwortung für den Fundkatalog** Mittelalter/Neuzeit lag stets in den Händen des Vorsitzenden der NK (Walter Hävernicks 1950–1974, Gert Hatz 1974–1993, Bernd Kluge 1993–1999 und derzeit Reiner Cunz). Zeitweise standen ihnen für die Vielzahl der Aufgaben **Mitarbeiter** zur Verfügung (gegenwärtig Mario Schlapke, Rolf Grune, Thomas Czerner und Holger Berwinkel). Er trägt die Handschrift von fast 50 hauptamtlichen, meist aber nebenamtlichen oder ehrenamtlichen Mitarbeitern, die im Laufe eines halben Jahrhunderts in ganz

² Stefke, G.: Der Fundkatalog Mittelalter/Neuzeit in Hamburg (1950–1993) und Berlin (1993–1999), in: Cunz 2000, S. 145–163.

³ Radnoti-Alföldi, M.: Vom „Antiken Münzfundkatalog“ zu „Fundmünzen der Antike“, in: Cunz 2000, S. 165–179.

⁴ Hatz, V.: Das CNS-Projekt – Gemeinschaftsarbeit mit Schweden, in: Cunz 2000, S. 181–202.

unterschiedlichem Maße am Zentralkatalog und bei den Landesvertretern für den Fundkatalog tätig waren⁵. Als **NK-Beisitzer für den Fundkatalog** hat sich nach seiner Emeritierung Hävernicks noch einmal stark engagiert (1974–1983). Ihm folgten Konrad Schneider (1984–1987) und Gerald Stefke (1988–1993 und 2000–2002). Seit 2003 wird dieses Amt von Ursula Hagen-Jahnke wahrgenommen. Neben den vor allem aus den Mitgliedsbeiträgen gespeisten Eigenmitteln konnte sich die NK in den Anfangsjahren noch auf Zuschüsse der Deutschen Forschungsgemeinschaft für den Fundkatalog Mittelalter/Neuzeit stützen⁶.

Ziel der Kernerfassung ist eine Datensammlung (Abb. 1–4, Stand 2005) der **Münzschatzfunde** vom Ende der Merowingerzeit (ab ca. 750)⁷ bis zum Wiener Kongress (1815)⁸. Zeitlich schließt der Fundkatalog **Mittelalter/Neuzeit** damit an das „Schwesterprojekt“ *Fundmünzen der Römischen Zeit in Deutschland* an. Weiterhin werden **Einzelfunde** (1–3 Ex.) in Auswahl erfasst (ab 1550, dem Durchbruch der Taler als Weltwährung, nur noch Gold, in Anbetracht der nicht mehr zu bewältigenden Mengen). Einzelfunde und Einzelfundkomplexe werden zusammengefaßt. Besondere Kategorien sind Kirchenfunde sowie Weihefunde (Grundstein und Turmknopf). Aus rein pragmatischen Gründen, dezidiert ohne historisch-politisches Anspruchsdenken, entschied sich Hävernicks für Deutschland in den historischen Grenzen von 1914 als **Arbeitsgebiet**, so wie es in älteren Publikationen oft dokumentiert ist. Das führt zu nicht geringen Fundzahlen für Gebiete außerhalb der heutigen Bundesrepublik Deutschland, so finden sich z. B. rund 3.000 Funde aus der heutigen Republik Polen im Fund-

⁵ In alphabetischer Reihenfolge: Arnold, Roger Baldus, Berghaus, Billion, Bruns, Cunz, Debelius, Dräger, Flidner, Grund, Grune, Hävernicks, Hagen, Gert Hatz, Vera Hatz (-Jammer), Haupt, Heinrich, Heß, Karl, Klein, Klüßendorf, Korzus, Peter Ilisch, Jacobi, Jesse, Jörgens, List, Mäkelers, Maué, Nau, Nickel, North, Ohly, Olszewski, Plümer, Schauer, Schlüter, Schneider, Schulenburg, Stalzer, Stefke, Steinhilber, Stoess, Stumpf, Volk, Wielandt, Zedelius.

⁶ Stefke 2000, bes. S. 151–153.

⁷ Übernahme der merowingischen Königsherrschaft durch Pippin den Kurzen, (751–768) bzw. frühe karolingische Münzreformen als Beginn der mittelalterlichen Münz- und Geldgeschichte.

⁸ Die Wahl dieses Datums aus der politischen Geschichte des 19. Jahrhunderts ist am ehesten als pragmatische Entscheidung vor dem Hintergrund der Materialmenge zu verstehen, die sonst die finanziellen Möglichkeiten, die Arbeitskapazitäten und damit den gesamten Rahmen des Projektes gesprengt und jede Hoffnung auf eine Realisierung in weite Ferne gerückt hätte. Erst einige Jahrzehnte nach der Begründung des Fundkataloges hat eine Aufwertung der Münz- und Geldgeschichte des 19. Jahrhunderts stattgefunden. Aus münz- und geldgeschichtlicher Sicht wären für das 19. Jahrhundert auch andere Daten denkbar: z. B. 1873 (Ablösung der alten regionalen Währungssysteme in Verbindung mit der Einführung der Münzen in der Einheitswährung von Mark und Pfennig) oder 1908 (Abschluss der letzten Stufe der Reichsmünzreform und damit Ende des Umlaufs territorialer Emissionen). Vgl. dazu Kahl, H.-D.: *Hauptlinien der deutschen Münzgeschichte vom Ende des 18. Jahrhunderts bis 1878*, Frankfurt, 1972.



Erfassungsstand nach Ländern (21.166 Datensätze)

Bundesland / Staat	Anzahl
Bayern	1.833
Nordrhein-Westfalen	1.743
Brandenburg	1.707
Sachsen	1.541
Mecklenburg-Vorpommern	1.472
Sachsen-Anhalt	1.443
Niedersachsen	1.263
Baden-Württemberg	1.216
Thüringen	1.172
Hessen	1.116
Rheinland-Pfalz	859
Schleswig-Holstein	497
Berlin	262
Saarland	86
Bremen	59
Hamburg	43
Polen (Pommern, Schlesien, Ost-, Westpreußen)	3.126
Frankreich (Elsass-Lothringen)	192
Russland (nördliches Ostpreußen)	88
Dänemark (Nordschleswig)	52
Belgien (Eupen / Malmedy)	8
Litauen (Memelland)	4
Unbekannt	393

Abbildung 1: Arbeitsgebiet des Fundkatalogs und Erfassungsstand nach Ländern

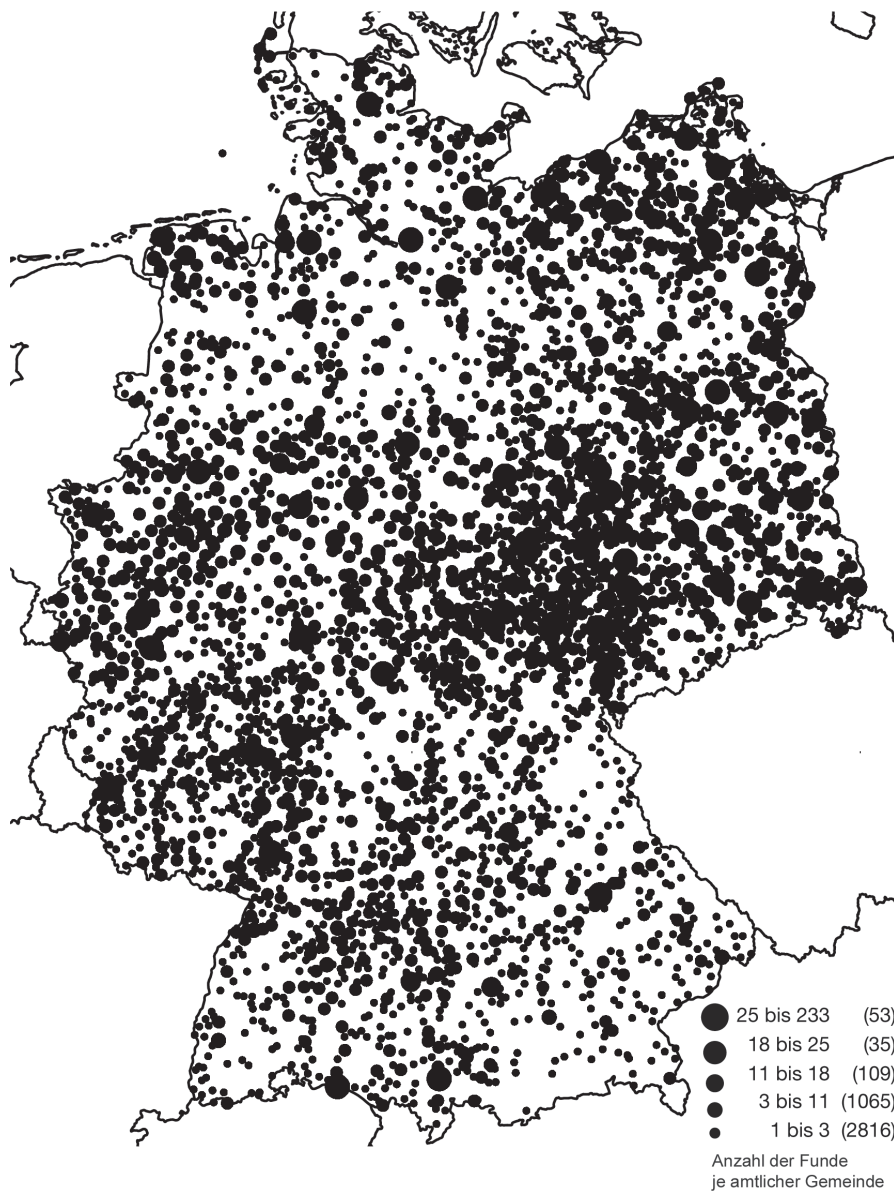


Abbildung 2: Räumliche Verteilung der Münzfunde

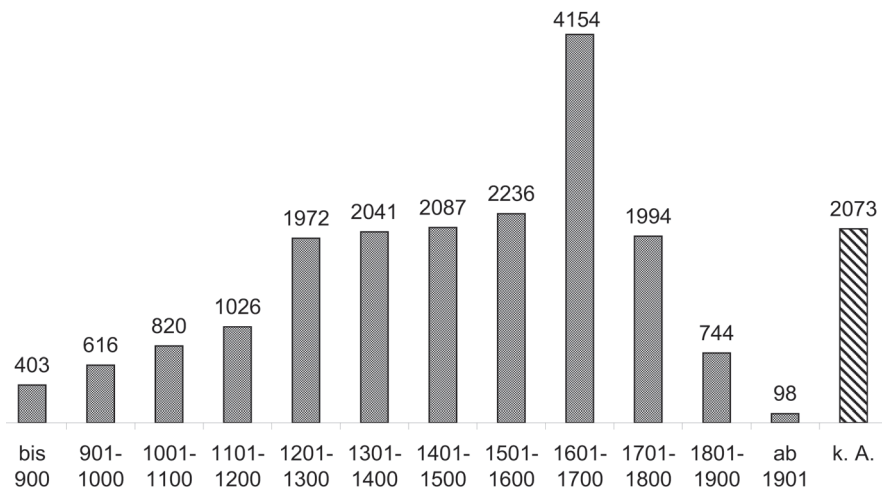


Abbildung 3: Zeitliche Verteilung der Münzfunde

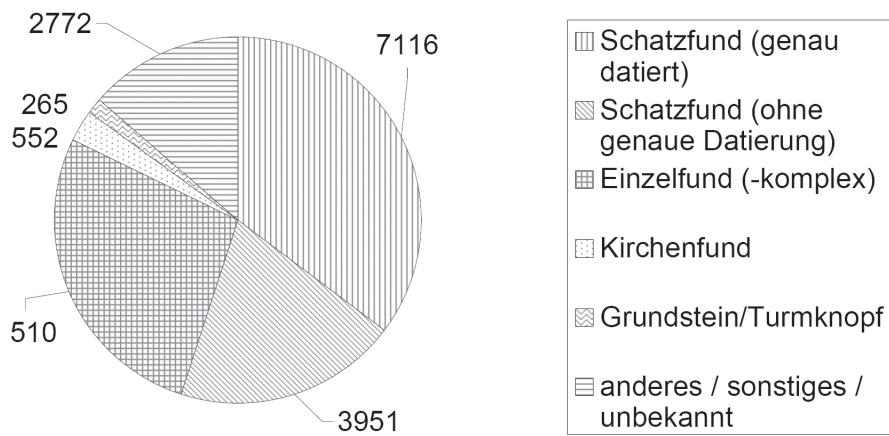


Abbildung 4: Verteilung der Münzfunde nach Fundkategorien

katalog. In Anbetracht knapper Ressourcen ist gegenwärtig eine gezielte Weiterentwicklung der Datenbank nur für die heutige Bundesrepublik Deutschland sinnvoll und möglich. Für die anderen Gebiete wird der Datenbestand auf dem status quo gehalten und gepflegt. Die Nutzung und Weiterverarbeitung durch benachbarte Fundinventarisierungsprojekte ist erwünscht.

Die **Grenzen und Übergänge** sind wie so oft fließend, zumal sich auch im Laufe der Jahrzehnte die Forschungsinteressen, vor allem für das Klein- und Wechselgeld, das Geld des „kleinen Mannes“ und des täglichen Bedarfs, verändert haben. So wird beispielsweise den Einzelfunden und Fundkomplexen aus Kirchen und Ausgrabungen inzwischen eine größere Bedeutung beigemessen. Aber auch die Datierungen völkerwanderungszeitlicher Gepräge und Funde des 7./8. Jahrhunderts bieten Diskussionsstoff. Der Fundkatalog ist damit Forschungswerkzeug und Forschungsgegenstand zugleich.

Die **Grundkonzeption**⁹ für die Materialerfassung stammt von **Hävernicks** und folgt dem Vorbild seines Kataloges mittelalterlicher Münzfunde Thüringens, dessen Erscheinen zum Zeitpunkt der Gründung des Fundkataloges noch sehr ungewiss war (abgeschlossen 1943, erschienen 1955)¹⁰. Die dort verfolgten Zielsetzungen und gewonnenen Erfahrungen wurden auf ein räumlich und zeitlich weitaus größeres Arbeitsgebiet übertragen. Der Fundkatalog ist unterteilt in zwei Stufen unterschiedlichen Inhalts bzw. unterschiedlicher Recherchentiefe. Die Basisdaten (Fundort, Fundumstände, knappe Zusammenfassung des Inhalts und Quellen- bzw. Literaturnachweise) wurden als „**Stufe 1**“ in eine vorgegebene **Karteikarte** eingetragen. Detailinformationen zum Fundinhalt – möglichst zu jeder einzelnen Münze – wurden in den **Fundlisten** der „**Stufe 2**“ erfasst. Hävernicks gab der „Stufe 2“ den aus der Wissenschaftssprache der Urkundenlehre entlehnten Begriff „**Regest**“, der eigentlich eine kurze zusammenfassende Inhaltsangabe einer Urkunde meint¹¹. Ohne die Kritikpunkte an

⁹ Hävernicks, W.: *Die deutschen Münzfunde der Zeit von 750 bis 1815, Der Fundkatalog Mittelalter/Neuzeit der Numismatischen Kommission der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, Leitfaden*, 2. Auflage überarbeitet von Schneider, K., Hamburg 1986. Schauer, B.: Der Zentrale Münzfundkatalog Mittelalter/Neuzeit der Numismatischen Kommission, praktische Ratschläge für Benutzer, in: *Numismatisches Nachrichtenblatt* 49, 2000, (= Themenheft 50 Jahre Numismatische Kommission), S. 213 f.

¹⁰ Hävernicks, W. u. a.: *Die mittelalterlichen Münzfunde in Thüringen*, 2 Bände, Jena 1955, (= Veröffentlichungen der Thüringischen Historischen Kommission 4). Später hat Sigrid Dušek mit ihrer Entscheidung für die Unterstützung des „neuen“ Fundkataloges die thüringische Traditionslinie in der Fundnumismatik wieder aufgegriffen. Der neue thüringische Landesarchäologe Sven Ostritz stellt sich ebenfalls in den Dienst der Gemeinschaftsaufgabe.

¹¹ Vgl. dazu u. a.: Zimmermann, H. (Hg.): *Die Regesta Imperii im Fortschreiten und Fortschritt*, Köln u. a. 2000, (= Forschungen zur Kaiser- und Papstgeschichte des Mittelalters 20).

dieser Stelle weiter zu verfolgen: Der Sprachgebrauch des Fundkatalogs irritiert. Der Begriff ist nicht ganz zutreffend übertragen und mit Recht umstritten. Der stark standardisierte Aufbau von Karteikarte und „Regest“ sollte sich später als sehr nützlich erweisen. Er war eine hervorragende **Voraussetzung für die Umwandlung in eine Datenbank**.

Entsprechend den Möglichkeiten der 50er Jahre wurde der Fundkatalog Mittelalter/Neuzeit als **maschinenschriftliche Materialsammlung** begonnen. Die Frage der Drucklegung war in den ersten Jahrzehnten noch nicht spruchreif und wurde erst unter Bernd Kluge als mögliche und wünschenswerte Perspektive ins Auge gefasst. Aber auch heute gibt es dafür aus Gründen der Machbarkeit und Finanzierbarkeit keine einheitliche Lösung, sondern lediglich eine Hoffnung auf individuelle länderspezifische Lösungen für bestimmte Landschaften oder Fundhorizonte. Ebenfalls unter Kluge wurde die Erfassung neuer Karteikarten von der maschinenschriftlichen Form auf den Einsatz der zu diesem Zeitpunkt bereits allenthalben üblich gewordenen Textverarbeitung umgestellt (Bearbeiter Burkhard Schauer). Damit war ein erster Schritt in eine neue wissenschaftliche Arbeitswelt getan.

Auf der Jubiläumssitzung des Jahres 2000 – die NK konnte auf ihr 50-jähriges Bestehen zurückblicken – wurde die Grundsatzfrage nach der Zukunft eines inzwischen in die Jahre gekommenen und vor allem reichlich unbeweglich gewordenen Forschungsprojektes der Gründungszeit gestellt. Die Vielzahl der Karteikarten (ca. 11.000) und Fundlisten, die zahlreiche Regale mit Aktenordnern füllten, stellte nicht nur für die räumliche Unterbringung ein Problem dar. Viel gravierender war der Arbeits- und Zeitaufwand für anspruchsvollere bzw. umfangreichere Recherchen in der unüberschaubar gewordenen und nur nach bestimmten festen Ordnungssystemen organisierbaren Materialmasse. Der exemplarische Zugang über Stichproben und das Vertrauen auf eine möglichst langjährige Materialkenntnis der Betreuer des Fundkataloges war gewiss manches Mal „die letzte Rettung“. Am Rande der Münchner Sitzung wurde im persönlichen Gedankenaustausch ein neues Vorgehen vereinbart. Mit den Landesarchäologen von Mecklenburg-Vorpommern (Friedrich Lüth, Lübstorf) und Thüringen (Sigrid Dušek, Weimar), dem Landesmünzkabinett Sachsen-Anhalt (Ulf Dräger, Halle/Saale) und dem Niedersächsischen Landesmuseum Hannover, Urgeschichtsabteilung (Reiner Cunz, Hannover) fanden sich **vier Partner** zusammen, die bereit waren die **neue Gemeinschaftsaufgabe** zu tragen, d. h. ein zukunftsfähiges Konzept für einen erneuerten Fundkatalog umzusetzen. Die Arbeit an der maschinenschriftlichen Version des Zentralkataloges wurde zu diesem Zeitpunkt eingestellt. Er war mit seinen drei Ausfertigungen (weiße Kartei mit Nachträgen, gelbe und blaue Kartei) vorübergehend Grundlage der dezentralen Datenerfassung und ist jetzt zusammen mit den Altakten der Kommission archiviert. Er ist aber nicht nur ein Objekt der Forschungsgeschichte, sondern steht jederzeit bei Bedarf für Kontrollarbeiten zur Verfügung.

Konzeption und Projektleitung wurden die Aufgaben von Reiner Cunz und Ulf Dräger. Bewährt hat sich eine **dezentrale Organisation mit regelmäßigen Treffen der Arbeitsgruppe** an wechselnden Orten (u.a. Berlin, Braunschweig, Frankfurt/Main, Halle, Hannover, Hildesheim, Leipzig, Nürnberg, Schwerin und Weimar). Sie entspricht auch der grundsätzlichen föderalistischen Struktur der NK. Die Verantwortung für die **EDV** wurde von Weimar (Mario Schlapke) übernommen, während man seitens der mecklenburgischen Landesarchäologie befristet die Voraussetzungen für die **Funddokumentation** durch 2–3 Mitarbeiter schaffen konnte. Die Mitarbeiter nutzten bzw. nutzen die Arbeitsmöglichkeiten der Münzkabinette bzw. numismatischen Institutionen in Berlin, Halle, Hannover und Marburg. Betreut und angeleitet werden sie durch Reiner Cunz (für Petra Bruns, Thomas Czerner und Holger Berwinkel) und Ulf Dräger (für Burkhard Schauer und Rolf Grune).

Die Grundsatzentscheidung für die Digitalisierung des Fundkatalogs als Informationsspeicher lag auf der Hand: Kompliziertere und auch großräumige **Abfragen** sind „auf Knopfdruck“ möglich. **Exzerpte** können mit überschaubarem Aufwand erstellt und ausgedruckt werden. Mit der automatischen Generierung **computergestützter Fundkarten** auf der Basis des GIS-Standards erschließen sich neue Dimensionen für die Auswertung. Den Forderungen des Denkmalschutzes wurde durch die Verwendung von Koordinaten für den Ortsmittelpunkt und Einbindung von Fundnummern der Archäologischen Landesaufnahme Rechnung getragen.

In diesem Zusammenhang sei auch noch auf ein **Abfallprodukt** der Arbeit am EDV-Fundkatalog der Numismatischen Kommission hingewiesen. Die Erfassung einzelner Münzen in „Stufe 2“ des Fundkatalogs ist zugleich eine Handreichung für die **Inventarisierung von Münzsammlungen**. Mit dem dort zusammen gestellten Kategorienspektrum lässt sich auch die Basiserfassung in Münzkabinetten und Museen bewerkstelligen. Eine Weiterentwicklung in dieser Richtung ist bei Bedarf möglich.

Die **Umwandlung der maschinenschriftlichen Fassung in eine Datenbank** war kein triviales Abschreiben sondern setzte Fachkompetenz auf den Gebieten Numismatik, Geschichte und Archäologie bei den Bearbeitern voraus. Datenbankanwendungen bringen einen heilsamen Zwang mit sich: Sie zwingen zur konsequenteren Standardisierung der Informationen, was in der Praxis dann für die sichere und einfache Formulierung von Abfragen bedeutungsvoll ist. Großer Wert wurde deshalb auf die stetige Weiterqualifizierung (Vereinheitlichung, Ergänzung, Fehler- bzw. Plausibilitätskontrolle) der Daten gelegt. Weiterhin wurden die meisten der Abkürzungen, die sich durch den eingeschränkten Platz einer Karteikarte ergaben, aufgelöst und damit auf ein Minimum reduziert. Dies ist in besonderem Maße für Kurzzitate der verwendeten Literatur wichtig, da der Fundkatalog nicht nur Numismatikern, sondern auch Vertretern

benachbarter historischer Disziplinen, wie Wirtschaftsgeschichte, Archäologie oder Volkskunde zur Verfügung stehen soll. Dennoch können auch mit dieser Datenbank keine druckfertigen Manuskripte „per Knopfdruck“ erstellt werden. Der Fundkatalog legt gewissermaßen eine Spur zu einem Fund und bietet dem Bearbeiter eines speziellen Themas einen **Einstieg für weiterführende Recherchen und Forschungen**. Umgekehrt profitiert die Datensammlung auch von den Rückmeldungen der Benutzer, die mit ihren Spezialkenntnissen zur Weiterentwicklung dieses Forschungswerkzeugs beitragen können.

Für die Datenbank wurde Microsoft ACCESS als **handelsübliches Programmpaket** gewählt. Mehrere Aspekte waren dafür ausschlaggebend. Einerseits konnte auf langjährige einschlägige Erfahrungen im Niedersächsischen Münzkabinett der Deutschen Bank, im Niedersächsischen Landesmuseum Hannover und im Thüringischen Landesamt für Archäologische Denkmalpflege zurückgegriffen werden, die bei der Konzipierung verschiedenster Module einfließen. Andererseits spielte eine möglichst langfristige Perspektive und die Aussicht, die Datenbank später in neue Programmgenerationen konvertieren zu können, eine Rolle.

Für den zügig geplanten Start der „Datendigitalisierung“ wurde eine dezentral auf Arbeitsplatzrechnern verwendbare, einfach zu bedienende Datenbank-Applikation auf der Basis des „älteren“ Microsoft ACCESS 2.0 entwickelt. Das Ziel war eine pragmatische Lösung, die den neuen Fundkatalog einem breiten Nutzerkreis erschließt und eine entsprechende Akzeptanz der Neuerungen und Veränderungen verspricht. Durch die sehr geringen Anforderungen an Hard- und Software war und ist sichergestellt, dass der EDV-Fundkatalog der NK bei allen Projektteilnehmern und den Landesvertretern der Numismatischen Kommission lauffähig ist. Der EDV-Fundkatalog kann als eigenständige *Runtime-Version*, d. h. ohne zusätzliche Lizenzkosten verwendet werden. Er befindet sich gegenwärtig in einer Testphase durch die Landesvertreter der NK.

Eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Masken- und Feldelemente soll im Rahmen dieses Überblicks nicht vorgenommen werden, hier wird auf das kurz gefasste **Benutzerhandbuch** verwiesen¹². Im Folgenden können lediglich seine **Grundstrukturen an Hand von Beispielen** vorgestellt und kommentiert werden. Der EDV-Fundkatalog bildet den bewährten und oben beschriebenen Aufbau des maschinenschriftlichen Fundkataloges sowohl in den Feldern, deren Bezeichnungen und der Stufen-Struktur ab. Für die „Stufe 1“ wurde dadurch eine schnelle Übernahme von Karteikartendaten in die Datenbank ermöglicht.

¹² *Die deutschen Münzfunde der Zeit von 750 bis 1815, Der EDV-Fundkatalog Mittelalter/Neuzeit der Numismatischen Kommission der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, Benutzerhandbuch Kurzfassung, Stand Juni 2002* (interne Handreichung für die Mitglieder der NK).

Zusätzlich wurde bei einigen Feldern, wie Orts-, Kreis- und Landesnamen sowie Nominal oder Klassifizierungen für Fundart und Fundgefäß auf eine Vereinheitlichung der Angaben in Form von Thesauri Wert gelegt, die kontinuierlich mit dem Fortschritt der Arbeit wachsen. Bei neuen Eintragungen wird der Thesaurus automatisch ergänzt und bietet beim nächsten Aufruf auch den Nachtrag an. Die Thesauri bilden den Einstieg und die Grundlage für eine vergleichende Auswertung. Neben den standardisierten Daten können aber auch weitere kommentierende bzw. ergänzende Angaben in Freitextform in Bemerkungsfeldern eingegeben werden, so dass auch Sonderfälle und spezielle Detailinformationen Berücksichtigung finden.

Besonders die in den letzten Jahrzehnten wiederholt durchgeführten Verwaltungsreformen mit ungezählten und verwirrenden Kreis- und Gemeinde neuordnungen waren auf den Karteikarten „wieder zu finden“. Sie mussten auf den aktuellen Stand gebracht werden. Als Basis hierfür dient das im Statistischen Bundesamt¹³ geführte Verzeichnis der amtlichen Gemeinden in der Bundesrepublik Deutschland, die dort mit deren Kreis-, Regierungsbezirk- und Landeszugehörigkeit und dem eindeutigen Gemeindeschlüssel (GKZ = Gemeindekennzeichen) erfasst sind¹⁴. Daneben können in weitere Felder aber auch die alten Angaben übernommen werden, so dass kein Informationsverlust auftritt und vorgenommene Zuordnungen kritisch geprüft werden können. Mancher Fund hat unter seinem alten Ortsnamen Eingang in das Schrifttum gefunden und muss auch unter diesem Suchbegriff recherchierbar bleiben. Zur Beschleunigung von Dateneingaben, zur Standardisierung und zur Fehlervermeidung wurden auch in der „Stufe 2“ einige Fachthesauri (u. a. Münzstand, Münzherr, Nominal, Münzstätte) aus dem EDV-Sammlungsinventar des Niedersächsischen Münzkabinetts der Deutschen Bank in Hannover übernommen.

Die Benutzbarkeit des EDV-Fundkataloges wird durch verschiedene Druckvarianten und Abfragemasken gewährleistet und erhöht, so dass über den gesamten Datenbestand einfach und schnell individuelle Abfragen nach unterschiedlichen Kriterien und Kriterienkombinationen durchgeführt werden können¹⁵. Die Antwortzeiten für Abfragen sind kurz und liegen im Bereich von wenigen Sekunden, trotz der relativ großen Informationsmengen, die zu verarbeiten sind. Nach dem aktuellen Stand von Anfang 2005 sind 20.166 **Datensätze** in der „Stufe 1“ (**Münzfunde**) enthalten, die „Stufe 2“ (**Münzen und Münzgruppen**) umfasst 30.307 Datensätze. Es liegen von 3.652 Funden der „Stufe 1“ detailliertere „**Regesten**“ (Inhaltsangaben) vor. Bei dieser Zahl ist zu berücksichtigen,

¹³ Internetadresse: www.statistik-bund.de.

¹⁴ Diese Lösung kann nur für die Bundesrepublik in den Grenzen vom 3. Oktober 1990 eingesetzt werden.

¹⁵ Siehe hierfür das Benutzerhandbuch.

sichtigen, dass die zahlreichen kurzen Regesten bzw. die summarischen Fundnotizen im neuen Fundkatalog nunmehr konzentriert in „Stufe 1“ zu finden sind. Da die Suchroutinen stets über verwandte Felder in beiden Stufen laufen, wird die Trefferquote bei Abfragen optimiert.

Die nunmehr möglichen **Recherchen** können sehr unterschiedlich konzipiert sein, neben räumlichen Abfragen wie z. B. „alle Funde aus Gemeinde xy“ sind Abfragen nach Fundinhalt (monetär/nichtmonetär), Fundklassifikation, Verbergungs- und Auffindungsdatum bzw. Auffindungszeiträumen und die Verknüpfung dieser Abfragetypen möglich. Individuelle komplexe, multivariante¹⁶ Auswertungen werden dadurch möglich. Dies ist ganz im Sinne der angestrebten interdisziplinären Nutzung des Datenfundus, die über reine numismatische Auswertungen hinaus geht und den Fundkatalog für andere Disziplinen erschließen will.

Mit der Umstellung auf das Datenbankkonzept war aber nicht nur eine inhaltliche Weiterentwicklung verbunden. Die **Zahl der dokumentierten Funde stieg innerhalb kurzer Zeit sprunghaft an**, von den ursprünglichen fast 12.000 auf inzwischen über 20.000 Funde, was einem Zuwachs von ca. 70 % entspricht. Dies war möglich durch die Einfügung vorhandener Dateien verschiedener Autoren. Abhängig vom ursprünglichen Format als Datenbank, Tabelle oder Text wurden die Dateien konvertiert und soweit möglich in die Datenbankstruktur des Fundkatalogs eingebunden. Der notwendige Einarbeitungsaufwand wurde dadurch stark reduziert. Neben der Arbeitseffizienz ging es auch darum, Übertragungsfehler bei der Dateneingabe zu vermeiden. Die Herkunft bzw. Urheber der Dateien sind in separaten Datenfeldern deutlich vermerkt. Dieses erfreuliche Wachstum dürfte erst der Anfang sein¹⁷.

Die Numismatische Kommission hofft auch in diesem Sinne auf eine enge **Zusammenarbeit mit interessierten Kollegen und Institutionen**. Denkbar wäre u. a. eine Vernetzung mit Fundarchiven und Funddatenbanken der Landesarchäologie, die meist aus ganz anderen Quellen schöpfen als die Numismatik. Mit einem größeren gegenseitigen Nutzen dürfte zu rechnen sein. Der EDV-

¹⁶ In der Karteikarten-Form waren trivial nur 3 Auswertungen bzw. Sortierungen möglich: weiße Kartei = Fundorte, alphabetisch geordnet, blaue Kartei = Ordnung nach Fundlandschaften; gelbe Kartei = Ordnung nach Verbergungszeit (bzw. Schlussmünze).

¹⁷ Besonders für die neuen Bundesländer, die bis 1989 von Hamburg aus nur eingeschränkt bearbeitet werden konnten, sind die Zahlen wahrscheinlich zu vervielfachen. Für diese These sprechen die Erfahrungen mit Brandenburg und Sachsen-Anhalt (freundlicher Hinweis von U. Dräger, Halle/Saale). Für Brandenburg vgl. Kluge, B. und Schauer, B.: Das Inventar der mittelalterlichen und neuzeitlichen Münzfunde Brandenburgs, in: *Beiträge zur Brandenburgisch/Preussischen Numismatik* 2, 1995, S. 13–18, desgleichen in: *Archäologisches Nachrichtenblatt* 1, 1996, S. 254–257. Vor dem Hintergrund dieser Beobachtungen wurde die Funderfassung für Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2004 als weiterer Testfall befristet intensiviert.

Fundkatalog will Ausgangspunkt für weitergehende Forschungsprojekte sein. Auf der Basis der Datenbank und mit weit reichender Unterstützung des Niedersächsischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst werden derzeit am Niedersächsischen Landesmuseum Hannover die Münzfunde des (ehemaligen) Regierungsbezirks Hannover aufgearbeitet¹⁸.

Auch das EDV-Programm wird weiter entwickelt und diese Zeilen berichten über *work in progress*. Neben dem Aufgreifen aktueller Informatik-Entwicklungen bei Datenstandards und der Leistungsfähigkeit von Hard- und Software ist es vor allem die laufende Integration der Benutzerwünsche, die mit wachsendem Einsatz erst entstehen. Sicherlich sind Erweiterungen zur Integration digitaler Münzfotos in die „Stufe 2“ sowie einfachere und schnellere Kartierungskomponenten zu diskutieren. Wichtige Entwicklungen bei universellen Datenaustauschformaten – hier eröffnet XML neue Dimensionen – sind auch für den EDV-Fundkatalog relevant und würden den gewünschten regelmäßigen Austausch und Abgleich von Datenbeständen ermöglichen (z. B. mit den Archäologischen Landesämtern). Zum beiderseitigen Vorteil könnten somit die Datenbanken aktuell gehalten werden.

Neben dem zentralen Fundkatalog der Jahre 1950–1999 in Hamburg bzw. Berlin (und einer Sicherheitskopie in Frankfurt/Main) gibt es in einigen Landesstellen Katalogkopien: Bonn (für das Rheinland), Hannover (für Niedersachsen), Marburg (für Hessen), München (für Bayern), Münster (für Westfalen) und Stuttgart (für Württemberg), die dann nicht selten ein Eigenleben entfalteten. Die Aktualisierung der Datenbank ist heute zugleich mit der redaktionellen Vereinheitlichung der Korrekturen und Ergänzungen verbunden, wenn die Datenbank nicht nur wachsen, sondern dabei auch möglichst einheitlich bleiben soll. Gegenwärtig wird die Datenpflege zentral in Hannover vorgenommen. Grundlage für Auswertungen des Datenmaterials durch Dritte ist die neue Benutzungsordnung des Fundkatalogs. **Wissenschaftliche Anfragen** an den Fundkatalog sind derzeit zu richten an:

Numismatische Kommission
Fundkatalog Mittelalter/Neuzeit
c/o Niedersächsisches Landesmuseum
Willy-Brandt-Allee 5
30169 Hannover
Deutschland

¹⁸ Bruns, P. und Cunz, R.: Münzfunde des Mittelalters und der Neuzeit im Regierungsbezirk Hannover, in: *Archäologisches Nachrichtenblatt* 7, 2002, S. 346 f.

KLASSENSITZUNGEN

Wie Natur und Kultur in der Sprachentwicklung von Kindern zusammenwirken: eine Mosaiktheorie*

WERNER DEUTSCH & CHRISTLIEBE EL MOGHARBEL

Institut für Psychologie, Technische Universität Braunschweig
Spielmannstraße 19, D-38106 Braunschweig

Die Sprachentwicklung ist kein einmaliger „Erwerb“; sie ist ein dauerhafter Prozess und findet in der Entwicklung eines Menschen nie einen Abschluss, von dem an alles so bleibt, wie es war. Neue Wörter wie *Handy* oder *E-Mail* können bis an das Lebensende den Wortschatz eines Menschen erweitern. Die sprachliche Ausdrucksfähigkeit lässt mit dem Älterwerden nicht so spürbar nach wie sensorische Fähigkeiten, etwa das Sehen und Hören, wenn sie nicht durch besondere Vorkommnisse wie einen Schlaganfall oder eine von außen eingetretene Verletzung des Gehirns beeinträchtigt wird. Allerdings werden die grundlegenden Entwicklungsprozesse, die einen Menschen zum *native speaker* einer Sprachgemeinschaft (oder mehrerer Sprachgemeinschaften) machen, innerhalb der ersten fünf bis sechs Lebensjahre vollzogen. Diese Zeitspanne ist unabhängig davon, in welcher Kultur und in welcher bzw. welchen Sprache(n) ein Kind aufwächst. Bei den meisten Kindern ist die Erstsprache eine Lautsprache, an deren Stelle bei gehörlosen Kindern oder (hörenden) Kindern gehörloser Eltern eine Gebärdensprache treten kann (vgl. Goldin-Meadow, 2003). Beide Sprachmodalitäten sind in ihrem Aufbau und ihrer Funktion gleichwertig. Ihre Entwicklung geschieht unter den geeigneten natürlichen Bedingungen „wie von selbst“, also ohne ein explizites didaktisches Programm. Beim Erwerb der Schriftsprache sind dagegen in der Regel besondere Maßnahmen, also Unterrichtung, notwendig, um ausgehend von der Lautsprache Lesen und Schreiben lernen zu können.

Wann fängt die Sprachentwicklung an, und wie schreitet sie voran, bis sich Sprache etabliert hat? Diese Fragen sind überhaupt nicht trivial, denn Sprache ist ein komplexes Gebilde, das hierarchisch aufgebaut ist. Phoneme, die kleinsten bedeutungsunterscheidenden Bestandteile gesprochener Sprache, sind die

* Der vorliegende Beitrag enthält die Kurzfassung des Vortrags, den Werner Deutsch am 13. Februar 2004 in der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften der BWG gehalten hat. Eine ausführliche Version wird unter dem Titel „Thema Sprachentwicklung: ein einführender Rundblick“ im Band 3 (Förderschwerpunkt Sprache) des Handbuchs der Pädagogik und Psychologie bei Behinderungen erscheinen. Herausgeber dieses Bandes sind Hermann Schöler und Alfons Welling.

Bausteine für Morpheme, die kleinsten bedeutungstragenden Bestandteile der Sprache. Morpheme sind die Bausteine von Wörtern, den kleinsten selbstständigen Bedeutungseinheiten der Sprache. Wörter verbinden sich zu Satzteilen (Phrasen), Satzteile verbinden sich zu Sätzen, den grundlegenden grammatischen Gefügen von Sprache. Schließlich verbinden sich Sätze zu Diskursen in gesprochener und Texten in geschriebener Sprache. Die Größe von sprachlichen Einheiten zu bestimmen, ist ein Weg, um den Aufbau von Sprache zu beschreiben. Sprache kann noch auf eine andere Art zerlegt werden. Sprache besitzt eine Form, die in unterschiedlichen Sinnesmodalitäten – artikulatorisch-auditiv als Lautsprache, kinetisch-visuell als Gebärdensprache, statisch-visuell als Schriftsprache, taktil als Brailleschrift – auftreten kann. In allen Modalitäten stellen sprachliche Formen Bedeutungen dar, die als Wort- und Satzbedeutungen in Erscheinung treten. Die Bedeutungen hängen eng mit den Formen zusammen: Durch Veränderung einer Form (Morphologie) kann eine Bedeutung abgewandelt werden. Schließlich besitzt jede natürliche Sprache eine Syntax, also Regeln, die bestimmen, welche sprachlichen Formen so miteinander verbunden werden können, dass – auch unabhängig vom Inhalt – die Verbindung zwischen den Formen passt. Neben Phonologie, Semantik und Syntax gibt es noch eine vierte Seite, die Sprache zur Sprache macht. Die Pragmatik enthält die Konventionen und Regeln, die den Sprachgebrauch in sozialen Situationen leiten. Der Sprachgebrauch ist eingebettet in soziale Handlungen. Hierbei wird durch Sprache eine soziale Wirklichkeit geschaffen, die im Kopf von miteinander sprechenden Menschen als mentale Zustände von Wissen und Nicht-Wissen, Hoffnung und Enttäuschung, Wahrheit und Lüge ihren Niederschlag finden. Hinzu kommt, dass der Sprachgebrauch selbst auch zwei Seiten hat: das Planen und Hervorbringen von sprachlichen Äußerungen in der Rolle eines Sprechers und die Wahrnehmung bzw. das Verstehen von sprachlichen Äußerungen in den Rollen der angesprochenen Person (des Adressaten) oder der mithörenden Person.

Aus entwicklungspsychologischer Sicht gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Stunde Null in der Sprachentwicklung zu bestimmen. Traditionellerweise spielt das erste vom Kind selbst geäußerte Wort die größte Rolle als Markierungspunkt, der in der Entwicklung eine vorsprachliche von einer sprachlichen Zeit unterscheidet. Das erste Wort ist allerdings nicht immer leicht zu identifizieren. Es reicht sicherlich nicht, wenn eine vom Kind geäußerte Lautform einem in einer Sprachgemeinschaft gebräuchlichen Wort gleich oder ähnlich klingt. Eine nachgeahmte Lautkette ist kein Beleg dafür, dass ein Kind ein Wort erworben hat. Ein Wort ist es erst, wenn das Kind mit dem, was es lautlich von sich gibt, eine Bedeutung verbindet. Diese Bedeutung muss nicht (und wird wohl auch nicht) von Anfang an der Bedeutung entsprechen, die in einer Sprachgemeinschaft im Umlauf ist. An welchem Punkt ist nun die „Stunde Null“ anzusetzen? Beim ersten in der konventionellen Bedeutung verwendeten Wort? Beim ersten Wort mit idiosynkratischer Bedeutung? Beim ersten Protowort, wo also

auch die Form idiosynkratisch ist? Man könnte in der Entwicklung noch weiter zurückschauen: In der Entwicklung stehen passende lautliche Formen, Babbelformen, sozusagen abrufbereit da, bevor diese Formen als idiosynkratische Bedeutungsträger eingesetzt werden. Noch in der Babblingphase stellt sich die Lautentwicklung auf solche Laute ein, die später als Kandidaten für bedeutungstragende Wortformen genutzt werden können. Die Stunde Null der Sprachentwicklung ist eine theoretische Konstruktion, bei der eine Grenze gezogen wird, deren Verlauf je nach Kriterienlage auch anders aussehen könnte. Das erste Wort ist bereits ein Entwicklungsprodukt, auch wenn mit der Verbindung einer bestimmten Lautfolge mit einem Konzept Neuland in der Sprachentwicklung betreten wird. Die primären Wurzeln der Sprachentwicklung liegen in der Stimme. Die rezeptive Wurzel offenbart sich als Fähigkeit, stimmliche Laute wahrzunehmen, und die expressive Wurzel als Fähigkeit, stimmliche Laute hervorzubringen. Diese beiden primären Wurzeln der Sprachentwicklung entwickeln sich nicht synchron. Die rezeptive Wurzel entwickelt sich vor der expressiven Wurzel, nämlich ab der zwanzigsten Woche nach der Konzeption, wenn die Fähigkeit zu Hören einsetzt. Mit der Geburt beginnt die Entwicklung des stimmlichen Ausdrucks. Sie äußert sich als Schreien und Lallen in den ersten Monaten und als silbisches Babbeln im zweiten Lebenshalbjahr. Die rezeptive und die expressive Seite der Stimme entwickeln sich anfänglich nicht koordiniert und aufeinander abgestimmt, sondern unabhängig voneinander, bis sie in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahrs miteinander in Kontakt treten. Dieser Kontakt hat weitreichende Folgen, denn nun beginnen Babys, ihre eigene Lauterzeugung auf das Lautrepertoire einzustellen, das ihnen durch die sie umgebende(n) Sprache(n) angeboten wird. Dabei etablieren sich die Lautformen, die von der Sprachgemeinschaft geteilt und in bestimmter Zusammenstellung verwendet werden (MacNeilage & Davis, 2000). Dieser Annäherungsprozess bereitet den Boden für den nächsten Schritt in der Sprachentwicklung, wenn Lautfolgen neben ihrer expressiven Funktion auch eine referentielle Funktion als Wort erhalten.

Auch Kinder, die ohne ein funktionstüchtiges Gehör geboren wurden, geben Laute von sich, ein Beleg dafür, dass sich die Lautproduktion in den ersten Lebensmonaten weitgehend unabhängig von der Lautwahrnehmung entwickelt. Dann aber, noch vor Ende des ersten Lebensjahres, verkümmert die Lauterzeugung, weil der expressive stimmliche Ausdruck in der Rezeption kein passendes modalitätsgleiches Gegenstück findet. Wenn der Weg über die Stimme in eine Sackgasse führt, kann dann die visuelle Modalität einspringen, die – bei entsprechendem Input – zum Erwerb einer Gebärdensprache führen kann. Diese ist in ihrem Aufbau und ihrer Funktion der Lautsprache gleichwertig. Der primäre Weg läuft allerdings über die Stimme. Mit Stimme allein ist allerdings der Entwicklungsschritt zur referentiellen Verwendung von Lauten nicht erklärbar. Die Lautentwicklung muss mit anderen Entwicklungsvorgängen Kontakt aufnehmen, damit über Synergien Neues entstehen kann.

An der Sprachentwicklung sind verschiedene Entwicklungsstränge beteiligt, z.B. die kognitive oder die soziale Entwicklung. Sie treten zu unterschiedlichen Zeitpunkten in Erscheinung, entwickeln sich zunächst relativ unabhängig voneinander, bis sie zu einem bestimmten Zeitpunkt zueinander finden. So ist die Entwicklung von Begriffen zu den zentralen Konzepten von Raum, Zeit und Person sicherlich nicht darauf angewiesen, dass der Begriffsinhalt mit einem sprachlichen Etikett versehen werden kann. Die Wörter „Papa“ und „Mama“ sind nicht notwendig, um Personen, die dem Kind gegenüber in der Rolle von Vater und Mutter auftreten, als voneinander verschiedene Individuen erkennen zu können. Trotzdem lassen die Wörter die Begriffe nicht kalt. Die Wörter können das Nachdenken über Begriffe anregen und zu neuen Strukturen führen, bei denen beispielsweise der funktionale Vater mit dem biologischen Vater identisch sein kann, aber nicht identisch sein muss. In der Entwicklung kommt es also darauf an, ob und wie Entwicklungsstränge miteinander verbunden werden und verbunden bleiben.

Sprachentwicklung ist unter vielen verschiedenen sozialen Bedingungen möglich. Im Prinzip reicht eine Bezugsperson aus, damit Sprachentwicklung in Gang kommen und voranschreiten kann. In den meisten Kulturen ist die Sprachentwicklung jedoch eingebettet in Gruppenprozesse. Die Forschung der vergangenen Jahrzehnte hat allerdings die dyadische Situation bevorzugt und dabei anhand detaillierter Videodokumentationen gezeigt, wie Sprache in Mutter-Kind-Kommunikation durch Austausch eines umfangreichen Ausdrucksrepertoires entstehen und wachsen kann (vgl. Papoušek & Papoušek, 1989). Die Mutter, aber auch andere Partner des Kindes verwenden einen besonderen Sprachstil. Sie sprechen in einer erhöhten Tonlage mit einer übertriebenen Intonation und häufigen Wiederholungen von einzelnen Wörtern und Wortsequenzen. Dieser Sprachstil ist, wie kulturvergleichende Untersuchungen (Ochs & Schieffelin, 1984, 1995) zeigen, keine notwendige Voraussetzung für die Sprachentwicklung, aber in Kulturen, die dyadische Interaktionen favorisieren, ist er ein bewährtes Mittel, um auf intuitivem Wege den sprachlichen Input, beispielsweise in Bezug auf Silben- und Wortgrenzen, didaktisch zu vereinfachen.

Lautliche, konzeptuelle und soziale Entwicklung sind gleichermaßen beteiligt, wenn ein Kind in der Welt der Wörter heimisch wird. Eine kultivierte Lautfolge, die bislang vielleicht nur imitiert wurde, wird nun bedeutungsvoll artikuliert, sie tritt also in Kontakt mit einem Konzept, das etwas Wahrgenommenes oder Vorgestelltes festhält. Im Verlauf des zweiten Lebensjahres entsteht beim Kind die Idee, dass jedes Ding seinen Namen hat, also die erfahrbare Welt in Worten darstellbar ist. Die Beziehungen zwischen Wort und Konzept sind anfänglich noch idiosynkratisch, doch allmählich modifiziert sie das Kind nach der Maßgabe der Möglichkeiten oder auch Notwendigkeiten, sich anderen Personen gegenüber verständlich zu machen und andere Personen zu verstehen. Das soziale Feld unterstützt die Konventionalisierung des Ausdrucks also auch

auf der Ebene der Beziehung zwischen Wörtern und Konzepten. Das Kind selbst spielt dabei eine überaus aktive Rolle, wenn es Stück für Stück seine Sprache(n) konstruiert.

Mit der Zeit werden die sprachlichen Eigenbildungen des Kindes, die für das Fortschreiten der Entwicklung zunächst so notwendig waren, mehr und mehr abgeschliffen, bis – im Normalfall – nur noch ein Rest an sprachlicher Eigenart übrigbleibt. So entsteht allmählich der *native speaker*. Er ist in einer Sprachgemeinschaft zu Hause und durch seinen Tonfall sofort als Mitglied dieser Sprachgemeinschaft erkennbar. Auch jenseits der Kindersprache bleibt die Sprachentwicklung offen für Neues, allerdings in einem Flussbett, das durch Konventionen und Regeln stark reguliert ist. Insbesondere, was die grammatische Seite der Sprache betrifft, bleibt ein Mensch den einmal erworbenen Regeln relativ treu.

Im Vorausgegangenen haben wir skizzenhaft den Weg der Sprachentwicklung nachgezeichnet. Die Skizze blickt über den Tellerrand einer Beschreibung der Sprachentwicklung im engeren Sinne hinaus. Sie betont, dass die Sprachentwicklung Partner braucht, damit aus Lauten Sprache werden kann. Unsere Skizze bleibt skizzenhaft, denn für eine umfassende inhaltliche Beschreibung des Sprachentwicklungsprozesses wäre es nötig, die jeweilige entwicklungspsychologische Bedeutung aller Komponenten, die zur Sprache führen, zusammenhängend darzustellen. Viele Zusammenhänge in der Entwicklung können jedoch bestenfalls geahnt, aber noch nicht begriffen werden. Das gilt insbesondere für die Zusammenhänge zwischen den neurobiologischen Grundlagen von Entwicklung und den Möglichkeiten, die sie für den Erwerb neuer Verhaltensweisen eröffnet. Das gilt aber auch für die Analyse der Bedingungen, die der Entwicklung von Zusammenhängen entgegenstehen.

Eine allumfassende Gesamtbeschreibung fehlt bislang; statt dessen liegen viele Einzelbeschreibungen für Aspekte der Sprachentwicklung vor, bei denen eine Komponente, beispielsweise die Lautentwicklung, herausgegriffen und in ihrem Verlauf bis zum Erreichen eines Zielzustands, der dem Wissen und dem Können eines idealen oder eines empirisch ermittelten durchschnittlichen Mitglieds einer Sprachgemeinschaft entspricht, dargestellt wird. Das Vorgehen, Sprachentwicklungsverläufe nach Komponenten aufzuspalten, hat unzweifelhafte Vorteile, wenn es darum geht, die Rolle einer Entwicklungskomponente zu verdeutlichen. Wir plädieren dafür, bei den vielen Nahaufnahmen den Blick für den Gesamtzusammenhang nicht zu verlieren. Unsere Skizze konzentriert sich auf die Grundzüge von Sprachentwicklung, wie sie uns seit Menschengedenken bei (fast) jedem Menschen entgegentritt, ohne dass hieraus der Schluss gezogen werden müsste, die Sprachentwicklung sei von ihren Voraussetzungen, ihrem Verlauf und Ergebnis her durch entsprechende Sprachgene vorprogrammiert. Die genetische Grundlage der Sprachentwicklung ist immer noch ein

großes Rätsel und wird es vermutlich noch lange bleiben. Die spezifischen sprachlichen Fähigkeiten sind ein Kulturprodukt, dessen Rohmaterial die natürlichen Fähigkeiten – im Normalfall die Lautwahrnehmung und Lauterzeugung – sind.

Die Vorstellung, Sprache sei innerhalb der ontogenetischen Entwicklung des Kindes losgelöst und damit unabhängig von anderen Entwicklungsprozessen, ist nur denkbar, wenn Sprache entkernt wird, d. h. auf ihre kombinatorische Potenz, aus einem begrenzten Vorrat von Zeichen nach Regeln unbegrenzt viele neue Zeichenketten bilden zu können, beschränkt wird. Da die kombinatorische Potenz in der Entwicklung sich erst entfalten kann, wenn als sprachliche Zeichen fungierende Wörter mit Bedeutungen in genügendem Umfang vorhanden sind, baut die grammatische Seite der Sprachentwicklung auf dem auf, was bei der lexikalisch-semantischen Seite bereits erreicht worden ist. Wie bedeutungsträchtig die grammatischen Kategorisierungen von Wörtern sind, wenn die kombinatorische Potenz zuerst in Erscheinung tritt und weiter voranschreitet, ist ein kontrovers diskutiertes theoretisches und empirisches Problem (vgl. Pinker, 1984; Slobin, 2001). Die Prozesse und Ergebnisse beim Aufbau von Sprache lassen sich nicht in ein eingleisiges Schema pressen. Es bringt wenig, die vorsprachliche und die sprachliche Entwicklung kategorisch voneinander zu trennen. Die vorsprachliche Lautentwicklung geht in die sprachliche Wortentwicklung über. Es bringt wenig, die Komplexität sprachlicher Strukturen zu berechnen, um Fortschritte in der Sprachentwicklung zu beschreiben, etwa mit dem Indikator $MLU = \text{mean length of utterance}$ (die durchschnittliche Länge einer Äußerung im Sinne der Anzahl vorkommender Morpheme). Solche und ähnliche Maße zeigen nur die Spitze eines Eisbergs mit Namen Sprachentwicklung. Mit solchen Maßen wird die Entwicklung reduziert auf quantifizierbare Eigenschaften sprachlicher Oberflächen, ohne die Dynamik, die sich unter der Oberfläche abspielt, auch nur ansatzweise zu erfassen. Trotzdem können solche einfachen (besser gesagt: vereinfachenden) Maße praktisch nützlich sein, wenn es darum geht, die Kinder zu entdecken, bei denen die Sprachentwicklung nicht so glatt wie bei den meisten Kindern läuft. Gleiches gilt für die bekannten „Markierungspunkte“ der Sprachentwicklung wie das Auftreten des ersten Wortes oder der 50-Wort-Grenze. Ein vierjähriges Kind, das Wörter (noch) nicht als Symbole versteht, mag zu der kleinen Gruppe von autistisch gestörten Kindern gehören, die überhaupt nicht sprechen lernen können. In diesem Fall kann die auffällige Lücke in der Entwicklung ein wichtiger Hinweis auf eine – diagnostisch noch genauer abzuklärende – tiefgreifende Entwicklungsstörung sein.

Der von uns vorgestellte Ansatz, den wir an anderer Stelle mit dem Begriff Mosaiktheorie (Abaculi) der Sprachentwicklung (Deutsch, 2000, 2003) bezeichnet haben, setzt keinen Primat für irgendeine Komponente des in und durch die Entwicklung entstehenden Sprachsystems. Hierin unterscheidet sie sich von anderen Ansätzen, die bei der Sprachentwicklung von einem Primat des Sozia-

len, des Kognitiven, des Lexikalischen oder des Grammatischen ausgehen. Auf keine dieser Komponenten kann eine Beschreibung und Erklärung des ontogenetischen Entwicklungsverlaufs der Sprache verzichten. Allerdings fällt den Komponenten in Abhängigkeit vom jeweiligen Entwicklungsabschnitt ein unterschiedliches Gewicht zu. Die Entwicklungsabschnitte entsprechen nicht klar abgrenzbaren Phasen oder Stadien, sondern sie sind Momente eines Prozesses, in dem Entwicklungsstränge schon oder noch nicht aktiv sind bzw. schon oder noch nicht miteinander verbunden sind. Diese Beschreibung lädt auch dazu ein, theoretisch neu über die der Sprachentwicklung zugrundeliegende Dynamik nachzudenken. Bereits Clara und William Stern (1907/1987) hatten in ihrer Konvergenztheorie der Sprachentwicklung, bei der äußere Anlässe mit inneren Dispositionen zusammenwirken, von der kontrastiven Gegenüberstellung „hier Nativismus, dort Empirismus“ Abschied genommen. Die Mosaiktheorie geht noch einen Schritt weiter, indem sie die biologischen Wurzeln der Sprache bei der Stimme, d. h. dem stimmlichen Eindruck und dem stimmlichen Ausdruck, festmacht (vgl. Ploog, 1994). Aus der Lautwahrnehmung und der Lauterzeugung kann Sprache entstehen, wenn sich die Lautentwicklung in einem passenden sozialen Kontext mit anderen Bereichen der Entwicklung verbündet. Hierbei gehen auch die Wege von sprachlicher und musikalischer Entwicklung auseinander (vgl. Sommer, El Mogharbel, Deutsch & Laufs, i. Dr.). Die Kognition verbündet sich stärker mit der Sprache, die Emotion stärker mit der Musik. Der Weg vom Laut zur Sprache bzw. zur Musik ist ein kultureller Prozess, durch den ein Kind in eine vor allem über Sprache, aber auch über Musik bestimmte Kultur hineinwächst. Ohne die biologische Basis stünde die Kultur auf verlorenem Posten. Die biologische Basis ist offen für das gesamte Spektrum von Kulturen, die sich in der Zivilisationsgeschichte des Menschen herausgebildet haben. In der Ontogenese eines Menschen wird jedesmal aufs Neue aus Sprechen Sprache. Kein „Prinz“ muss eine biologisch vorgebildete Kompetenz „wachküssen“ (Deutsch, 2000). Die Natur hilft sich selbst, indem sie Kultur möglich macht.

Literatur

- DEUTSCH, W. (2000): Sprachentwicklung von unten. Eine Mosaiktheorie. Im Internet verfügbar unter: <http://www.psypost.psych.nat.tu-bs.de/Seiten/Mosaiktheorie.htm>
- DEUTSCH, W. (2003): Abaculi – So entsteht Neues in der Sprachentwicklung. In W. Buschlinger & C. Lütge (Hrsg.), *Kaltblütig: Philosophie von einem rationalen Standpunkt* (S. 391-408). Stuttgart: Hirzel.
- GOLDIN-MEADOW, S. (2003): *The resilience of language: What gesture creation in deaf children can tell us about how all children learn language*. New York: Psychology Press.
- MACNEILAGE, P. F. & B. L. DAVIS (2000): On the origin of internal structure of word forms. *Science*, 288, 527-531.

- OCHS, E. & B. SCHIEFFELIN (1984): Language acquisition and socialization: Three developmental stories and their implications. In R. A. Shweder & R. A. LeVine (Eds.), *Culture theory: Essays on mind, self and emotion* (pp. 276-230). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- OCHS, E. & B. SCHIEFFELIN (1995): The impact of language socialization on grammatical development. In P. Fletcher & B. MacWhinney (Eds.), *The handbook of child language* (pp. 73-94). Oxford: Blackwell.
- PAPOUŠEK, M. & H. PAPOUŠEK (1989): Stimmliche Kommunikation im frühen Säuglingsalter als Wegbereiter der Sprachentwicklung. In H. Keller (Hrsg.), *Handbuch der Kleinkindforschung* (S. 465-489). Berlin: Springer.
- PINKER, S. (1984): *Language learnability and language development*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- PLOOG, D. (1994): Evolutionäre Vorbedingungen menschlicher Kommunikationsfähigkeit im Lichte der Neuroethologie. In K. F. Wessel & F. Neumann (Hrsg.), *Kommunikation und Humanontogenese* (S. 41-52). Bielefeld: Kleine.
- SLOBIN, D. I. (2001): Form-function relations: How do children find out what they are? In M. Bowerman & S. Levinson (Eds.), *Language acquisition and conceptual development* (pp. 406-449). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- SOMMER, G., C. EL MOGHARBEL, W. DEUTSCH & I. LAUFS (i. Dr.): „Über Stein und über Stock, aber brich dir nicht - “. Eine Studie zur musikalischen und sprachlichen Liedreproduktion bei Kindergartenkindern. Erscheint im Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie.
- STERN, C. & W. STERN (1987). *Die Kindersprache: eine psychologische und sprachtheoretische Untersuchung* (unveränd. reprograf. Nachdr. der 4., Neubearb. Aufl., Leipzig 1928). Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft. (Orig. erschienen 1907).

Marine Naturstoffe – Innovationstreibsatz oder Lückenbüßer –?*

EKKEHARD WINTERFELDT

Organische Chemie, Universität Hannover
Sieversdamm 34, D-30916 Isernhagen

In Anbetracht der Tatsache, dass terrestrische Naturstoffe bereits seit 3.500 Jahren gezielt als Wirkstoffe Anwendung finden, ist die Frage naheliegend, ob marine Naturstoffe, die erst seit etwa 50 Jahren weltweit systematisch isoliert und getestet werden, überhaupt noch innovative Strukturen mit aufregender Wirkung hervorbringen können.

Zwei sehr populäre Veteranen aus dem terrestrischen Bereich sind Opium und Digitalis, die überdies beide hervorragende Beispiele für die Janusköpfigkeit biologisch aktiver Naturstoffe sind.

So finden sich Weizenähren und Mohnkapseln auf der berühmten Demetersäule in Athen, denn nach der Legende irrte die Demeter auf der Suche nach ihrer Tochter, die von Hades entführt worden war, verzweifelt umher, bis sie bei Mekone auf Mohnfelder stieß und durch das Opium in einen „schmerzvergessenden“ Schlaf fiel.

Dieses besondere Privileg der Befreiung vom Schmerz gewährte man auch Sokrates, bei dessen Tötung Opium in den Schierlingsbecher gemischt wurde, um einen schmerzfreien Tod sicherzustellen.

Aber wir haben auch den Bericht über den Apotheker Thrasias, der alle seine Kollegen zum Festmahl einlud, bei dem die Speisen jedoch so üppig mit Opium versetzt waren, dass keiner seiner Gäste überlebte und somit die gesamte Konkurrenz dahingerafft wurde.

Noch schmaler ist der Grat zwischen herzstimulierender und lethaler Dosis bei den bereits 1.500 v. Chr. von ägyptischen Ärzten angewendeten Herzglykosiden aus Digitalis.

Noch im 17. und 18. Jahrhundert kam es wegen Dosierungsschwierigkeiten immer wieder zu Todesfällen, und viele halten die Zeilen in Goethes „Faust“:

* Kurzfassung eines Vortrags gehalten am 12.03.04 in der Klasse Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

„Hier war die Arznei, die Patienten starben, und niemand fragte, wer genas“, für einen Hinweis auf diese Misere.

Bei dieser Jahrtausende währenden Nutzung und Erfahrung sind möglicherweise die Erwartungen für die sehr „jungen“ marinen Naturstoffe nicht sehr hoch, aber an Hand von nur zwei durchaus naheliegenden meerestypischen Aspekten wird gezeigt werden, dass überhaupt kein Anlass zur Skepsis besteht, sondern dass vielmehr bei den marinen Substanzen mit hohem und stimulierendem Erkenntnisgewinn gerechnet werden kann.

Zum Ersten: Stoffe, die Ihre Wirkung im Meer, also in Wasser entfalten sollen, müssen gute Wasserlöslichkeit haben – eine Eigenschaft, auf die in der Pharmaforschung häufig viel Mühe gewendet werden muss.

Zum Zweiten; Soll bei einer marinen Verteidigungschemie der Gegner abgeschreckt oder getötet werden, dann muss, wegen der im Wasser rasch voranschreitenden Verdünnung, hohe Wirkungsintensität angestrebt werden, wiederum eine im Pharmabereich dringend nachgefragte Eigenschaft.

Für einen möglichst ökonomischen Einsatz der chemischen Waffen wäre es zusätzlich sinnvoll, die Verteidigungssubstanzen erst im Fall eines akuten Angriffs durch einen biologischen oder chemischen „Schalter“ freizusetzen.

Für beide Strategien fanden wir kürzlich bei zwei in Hannover studierten marinen Naturstoffen, für die es im terrestrischen Bereich kein Pendant gibt, elegante Problemlösungen. So zeichnen sich die Verbindungen vom Typ des Cephalostatins^[1] (Bild I) zum einen durch eine sehr hohe tumorinhibierende Aktivität aus, die jene der besten terrestrischen Substanzen um mehr als eine Zehnerpotenz übertrifft, und sie zeigen zum anderen eine unerwartet hohe Löslichkeit.

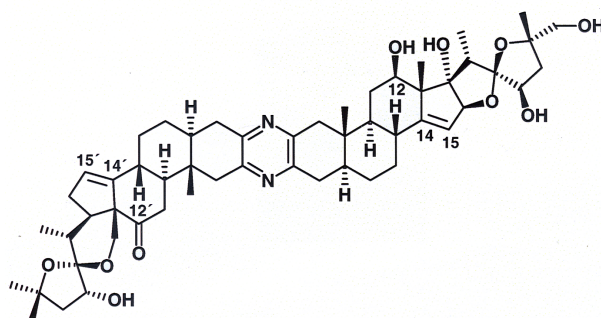
Bei einer polycyclischen Verbindung mit 13 aneinander geknüpften Ringen würde man dieses Verhalten prima facie nicht erwarten. Die Natur bedient sich hier jedoch des sehr eleganten Tricks, eine chirale Kurvatur zu generieren.

Der Einbau der in dieser Verbindungsklasse äußerst seltenen Doppelbindung im 5-Ring (s. 14/15, in Bild I) verleiht dem Molekül eine chirale Wölbung, und die lockere Packung solcher Verbindungen im Kristallgitter garantiert dann hohe Löslichkeit.^[2]

Diese Strategie war vor der Entdeckung der Cephalostatine weder in der Wirkstoffchemie noch anderswo gezielt eingesetzt worden. Hebt man die chirale Kurvatur durch Hydrierung der Doppelbindungen auf, so gelangt man erwartungsgemäß zu nahezu unlöslichen Substanzen.^[3]

Ein schönes Beispiel für sehr ökonomisch gesteuerte Freisetzung von Verteidigungssubstanzen fanden wir in den Naturstoffen vom Typ des Agelorins

Cephalostatin 1



charakteristische Strukturelemente

- zentraler Pyrazinring
- $\Delta^{14,15}$ - $\Delta^{14'},15'$ -Doppelbindungen
- 12, 12'-Funktionalisierung
- hydroxylierte Spiroketaltermini
- Unsymmetrie

Bild I

bzw. Fistularins, die aus dem Schwamm *Agelas Oroides* isoliert werden konnten (s. Bild II)^[4]

Für alle Verbindungen dieser Struktur ist das zweifache Auftreten von Spiro-Cyclohexenonen an den Molekültermini ausgesprochen charakteristisch.

Der naheliegenden Idee, dass es sich dabei dann wohl um die entscheidende pharmakophore Gruppe handeln müsse, steht jedoch die Beobachtung entgegen, dass alle nach diesem Vorbild von uns synthetisierten Spiroverbindungen nur sehr enttäuschende biologische Aktivität zeigten.

Eine Erklärung deutete sich an, als P. Proksch und seine Kollegen vom Institut für Pharmazeutische Biologie in Düsseldorf erkannten, dass die in Frage stehen-

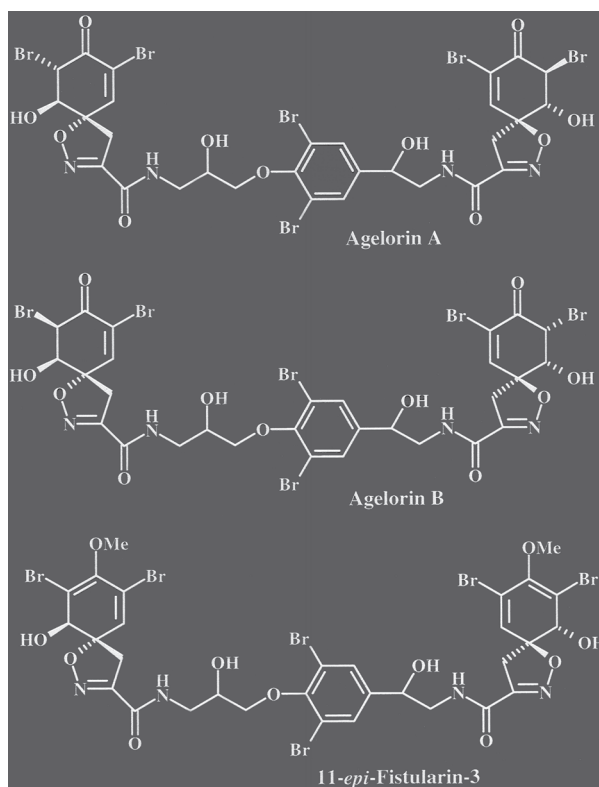


Bild II

den Naturstoffe als Startstufe eines enzymatisch gesteuerten Verteidigungsmechanismus des Schwammes verstanden werden müssen. Ein bei Verletzung freigesetztes Enzym löst auf die im Bild III angegebene Weise die Ringsprengung zum Hydroxynitril (Aeropylsinin) aus, das sich dann durch hohe antibiotische und cytotoxische Aktivität auszeichnet.^[5]

Mit den verschiedenen durch die Synthese verfügbaren Spiroverbindungen konnten wir dann zeigen, dass die primäre Amidgruppierung tatsächlich von ganz entscheidender Bedeutung für den Fragmentierungsprozeß ist, dass aber das Enzym auch ganz allgemein hohe Substratspezifität zeigt. So wurden hohe Spaltungsgeschwindigkeiten nur in Verbindungen beobachtet, die im 6-Ring Bromatome tragen, wie sie auch für die Naturstoffe typisch sind. Der Meereschwamm verfügt also gewissermaßen über eine doppelläufige Flinte, aus der er im Verletzungsfall toxische und antibiotische Geschosse „abschießen“ kann.

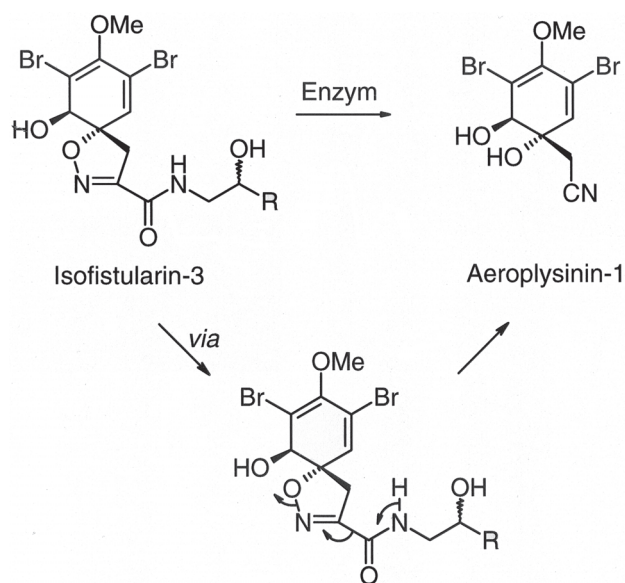


Bild III

Literatur

- [1] T. FLESSNER, R. JAUTELAT, U. SCHOLZ, E. WINTERFELDT & L. ZECHMEISTER: Fortschritte der Chemie Organischer Naturstoffe, Vol. **87**: 1-75 (2004).
- [2] M.J. BRIENNE, J. GABARD, M. LE CLERCQ, J.M. LEHN, M.CESARIO, C. PASCARD, M. CHEVE & G. DUTRUC-ROSSET: Tetrahed. Lett. **35**: 8157 (1994).
- [3] S. FLEMING: Dissertation Hannover, 1991.
- [4] G.M. KÖNIG & A.D. WRIGHT: Heterocycles 1993, **36**: 1351.
- [5] K. GOLDENSTEIN, T. FENDERT, P. PROKSCH & E. WINTERFELDT: Tetrahed, **56**: 4173 (2000).

Mechanochemie an Polymeren – ein vielseitiges Wirkprinzip*

GUDRUN SCHMIDT-NAAKE

Technische Chemie, Technische Universität Clausthal
Erzstraße 18, D-38678 Clausthal Zellerfeld

Kunststoffen begegnen wir heute nahezu überall. Ob im Auto oder in der Medizin, im Haushalt oder Bau, am Computer oder im Flugzeug, überall sind Kunststoffe aufgrund ihrer vielseitigen Materialeigenschaften besonders geeignete Werkstoffe. Die in der Praxis gestellten vielfältigen Anforderungen erzwingen eine Vielzahl von Werkstoffen mit unterschiedlichsten Eigenschaftsspektren.

Um die Anwendungsbreite polymerer Werkstoffe zu erweitern, sind chemische Modifizierungen der Standardpolymere notwendig. Standardkunststoffe wie Polypropylen, Polyethylen und Polystyrol können mit diesen Verfahren diversifiziert und höherwertigen Anwendungen zugeführt werden, ohne dass neue Monomerbausteine oder Polymerisationsverfahren erforderlich sind.

Unter chemischer Modifizierung von Polymeren sind alle chemischen Reaktionen an bereits fertigen Kunststoffen zu verstehen. Wichtige technische Anwendungen von chemischen Umsetzungen an Makromolekülen sind z.B. die Vulkanisation, das Vernetzen von Kautschuk mit Schwefel oder Peroxiden und die Herstellung von teilvernetzten Polyvinylalkoholen, die als Emulgatoren breite Anwendung finden.

Diese Modifizierungen werden bisher oft in Lösung oder dispergierter Form durchgeführt. Nachteilig ist dabei die niedrige Polymerkonzentration (10 bis 40 Masse %) und somit die daraus resultierende geringe Reaktionsgeschwindigkeit sowie die anschließende notwendige Entfernung der Lösungsmittel und der zusätzlichen Hilfsstoffe.

Alternative Technologien zur lösungsmittelfreien Modifizierung von Polymeren und ihrer Blends sind die reaktive Extrusion und tribochemische Reaktionen. Unter reaktiver Extrusion versteht man Umsetzungen in der Schmelze, und mit tribochemischen Reaktionen werden Reaktionen am Festkörper oder in Lösung, die durch Einwirkung mechanischer Energie hervorgerufen werden, bezeichnet.

* Vortrag gehalten am 11.06.04 in der Klasse Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

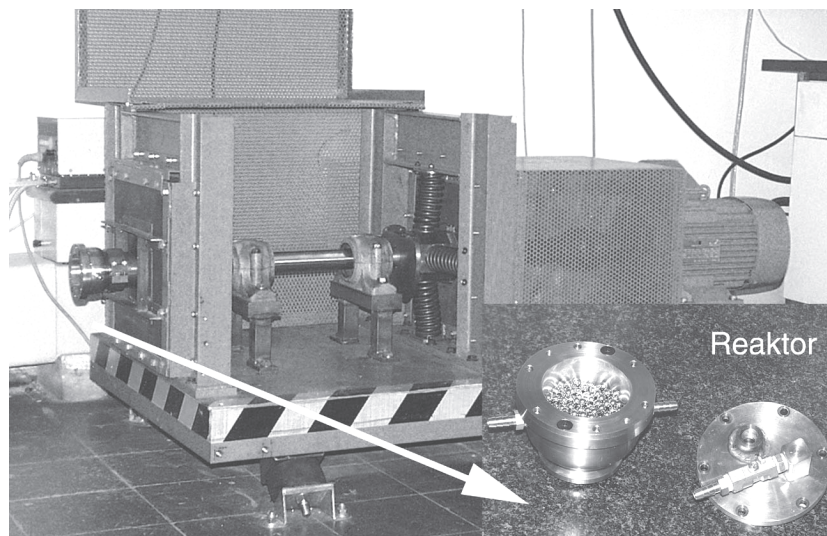


Bild 1: Gesamtansicht der Mühle

Die Modifizierungsreaktionen an Polymeren erfolgen meist an der Hauptkette. Dabei kann sich der Polymerisationsgrad verkleinern, aber auch vergrößern. Die Reaktionen verlaufen meist nach einem radikalischen Mechanismus, es entstehen Pfropf- oder Blockcopolymere, unter bestimmten Bedingungen auch Netzwerke.

Polymermodifizierung in einer Schwingmühle

Nur wenige systematische Untersuchungen sind bisher über mechano-chemisch induzierte Polymermodifizierungen und Feststoffpolymerisationen bekannt.

Die tribochemischen Umsetzungen an fertigen Kunststoffen führen zu interessanten Eigenschaftsveränderungen. Dabei werden Löslichkeit, thermisches Verhalten, Chemikalienresistenz, Quellungsfähigkeit, Zugfestigkeit, Elastizität und Plastizität beeinflusst.

Im Sonderforschungsbereich (SFB 180) der TU Clausthal „Konstruktion verfahrens-technischer Maschinen bei besonderen mechanischen, thermischen oder chemischen Belastungen“ wurde gemeinsam mit dem Institut für Maschinenwesen eine hochbeschleunigende Schwingmühle entwickelt, die als Reaktor für die Verarbeitung von Feststoffen und Feststoff-/Flüssigkeitsgemischen dient. Dabei erfolgen simultan mit der Zerkleinerung und Vermischung der

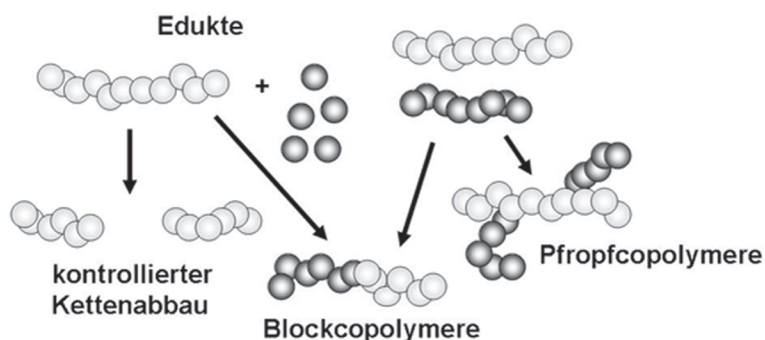


Bild 2: Mechanochemische Polymermodifizierung in der Mühle

Reaktionskomponenten mechano-chemisch induzierte Reaktionen an den Kunststoffen.

Es werden Amplituden von 0,75 bis 3,0 mm bei Beschleunigungen bis zum 84-fachen der Erdbeschleunigung verwirklicht. Durch die Konstruktion dieser Mühle wird als völlig neuer Parameter die im Versuch wirkende Beschleunigung in die Betrachtung mechanochemischer Polymerreaktionen eingebracht.

Der hohe mechanische Energieeintrag ermöglicht die homolytische Spaltung der Polymerketten und damit in Anwesenheit von geeigneten Monomeren eine radikalische Feststoffpolymerisation. Monomere sind die Bausteine der Polymerketten. Aus zwei verschiedenen Polymeren können Pfropf- und Blockcopolymere entstehen.

Um das Eigenschaftsprofil der Polymere gezielt zu variieren, ist ein kontrollierter Molmassenabbau eine weitere sehr interessante Einsatzmöglichkeit einer Schwingmühle. Bild 2 zeigt schematisch die in der Mühle möglichen chemischen Reaktionen zur Polymermodifizierung.

Die Parameter der Schwingmühle, wie Amplitude, Mahldauer, Füllverhältnis und Kugelgröße wirken sich auf die Geschwindigkeit der tribochemischen Umsetzung (Abbau und Modifizierung) aus. Der Einfluss der Temperatur ist geringer, er hängt natürlich von der Größe der Aktivierungsenergie der jeweiligen Reaktion ab. Bei Polymeren ist zu beachten, ob die Reaktion oberhalb oder unterhalb der Glasübergangstemperatur stattfindet.

Untersucht wurde der zeitabhängige Schwingmahlabbau von Homopolymeren wie Polystyrol (PS), Polymethylmethacrylat, Polyethylen (PE), Polyvinylchlorid und verschiedenen kommerziellen Styrolcopolymeren bei Variation der Betriebsbedingungen (Reaktionstemperatur, Amplitude, Beschleunigung, Kugelfüllgrad, Kugelgröße usw.).

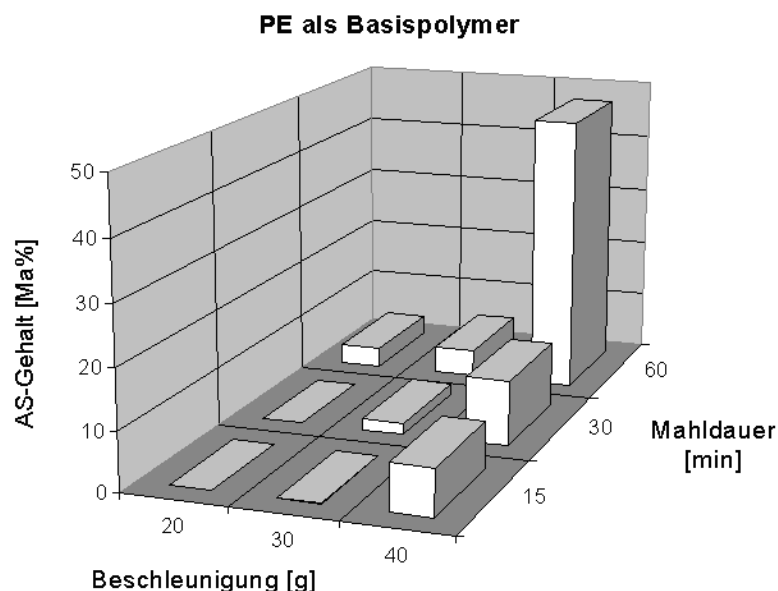


Bild 3: Acrylsäuregehalt (AS) als Funktion der Beschleunigung und der Mahldauer

Durch mechanochemische Polymersynthese, d.h. durch Schwingmahlung von Polymeren (z.B. Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol) in Gegenwart von Monomeren, wie z.B. Acrylsäure (AS) entstehen neuartige Kunststoffe mit interessanten mechanischen Eigenschaften, verbunden mit außerordentlich hoher Wasseraufnahme.

Es zeigt sich sowohl bei den Umsetzungen mit PS als auch bei denen mit PE als Basispolymer eine deutliche Abhängigkeit des Acrylsäuregehaltes im Produkt von den gewählten Mahlparametern. Mit zunehmender Mahldauer und zunehmender Beschleunigung erhöht sich der Acrylsäuregehalt im Produkt bis auf ca. 50 Ma%.

Der Einfluss der Kugelgröße auf den Acrylsäuregehalt bei konstanter Beschleunigung ist beim PS als Basispolymer deutlicher als beim PE. Mit steigender Kugelgröße und steigender Mahldauer steigt der Acrylsäuregehalt auf ca. 50 Ma% an, s. Bild 3, 4. Der Einfluß der Parameter Mahldauer, Beschleunigung und Kugelgröße ist für Molmassenabbau und Umsetzung mit Acrylsäure gleichläufig.

Der Einbau von Monomeren, z.B. mit sauren Gruppen, kann zur besseren Anfärbbarkeit von Polyolefinen (Polyethylen, Polypropylen) oder zur Erzeugung von Polyelektrolyten genutzt werden.

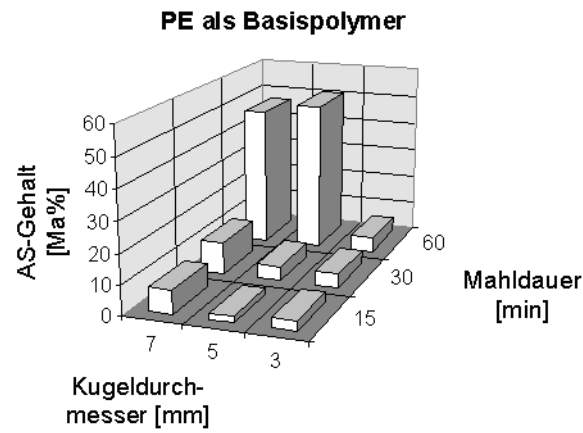


Bild 4: Acrylsäuregehalt (AS) als Funktion des Kugeldurchmessers und er Mahldauer (bei 40 g).

Der Mahlprozess dauert maximal eine Stunde. Eine wesentliche neue Erkenntnis ist der große Einfluss der Beschleunigung auf die Mahldauer und den Einbau der Monomere.

Galeras, ein Projekt zur Überwachung von Vulkanen*

WOLFGANG STAHL

Hermann-Löns-Weg 14, D-30938 Burgwedel

Vulkane haben in der geologischen Geschichte das Bild der Erde und die Biosphäre entscheidend geprägt. Vulkane können Katastrophen ungeahnten Ausmaßes verursachen, einige sind extrem gefährlich und viele sind unberechenbar. In ihrem Einflussbereich leben mehr als 500 Millionen Menschen. Ein zuverlässiges Warnsystem vor Vulkanausbrüchen kann die Rettung ihrer Habe und eine lebensrettende Flucht ermöglichen. An Frühwarnsystemen wird weltweit gearbeitet, ohne dass es bisher zu einem entscheidenden Durchbruch gekommen wäre.

Unser Verständnis von der Entstehung von Vulkanen ist durch die Plattentektonik erheblich gewachsen. Sie unterteilt die Erdrinde in Platten, deren Grenzen durch Erdbeben und vulkanische Aktivität charakterisiert sind und die sich gegeneinander bewegen.

Die Kruste der Erde reißt in den Scheitelzonen der Ozeane, den mitelozeanischen Rücken, durch aufdringende Gesteinsschmelzen ständig auf. Neue Erdkruste entsteht. Das heiße, aufsteigende Magma schiebt die Platten auseinander. Bei der Kollision mit anderen Platten können sie diese unterschieben und sinken in den oberen Bereich des Mantels ab. Das aufsteigende Magma schiebt, der subduzierte Teil der Platte zieht, eine Konvektionswalze entsteht. Die Geschwindigkeiten mit denen sich die Platten bewegen sind unterschiedlich und liegen im Bereich zwischen 2 und 11 cm/Jahr.

Eine absinkende Platte wird in größerer Tiefe wieder aufgeschmolzen. Ein Teil des so neu entstandenen Magmas bahnt sich seinen Weg nach oben, teilweise bis zur Erdoberfläche. Es bildet sich eine Kette von Vulkanen am Rand der Platte, unter die die kollidierende Platte subduziert wird.

Der Vulkan Galeras gehört zu der Kette von Subduktionsvulkanen, die am Westrand des südamerikanischen Kontinents aufgereiht sind. Der 4276 m hohe Galeras liegt im südlichen Teil Kolumbiens in der Nähe der ecuadorianischen Grenze und birgt ein hohes Gefahrenpotenzial für die in seinem Umkreis lebenden Menschen. An seinem Fuß, nur etwa 8 km vom Krater entfernt, liegt die Stadt Pasto mit rund 380000 Einwohnern. Der Galeras wurde von Vereinten Nationen im

* Kurzfassung eines Vortrags gehalten am 08.10.04 in der Klasse Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.



Blick auf den Vulkan Galeras

Rahmen des IDNDR-Projekts unter die 15 weltweit gefährlichsten Vulkane eingereiht. Seit 1500 hatte der Galeras 20 große Eruptionen, die letzten Ausbrüche im Januar 1993 und im August 2004.

Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover entwickelt im Rahmen der Wissenschaftlichen Zusammenarbeit zwischen Kolumbien und der Bundesrepublik Deutschland eine Multiparameterstation, d.h. ein geophysikalisch-gasgeochemisches System zur kontinuierlichen Überwachung des Vulkans. Es soll möglichst viele unterschiedliche Datensätze über die Aktivität des Vulkans bereitstellen. Hauptziel des Projekts ist das Erkennen, die Erfassung und das Verständnis von Vorläufersignalen, d.h. von Signalen, die einem Ausbruch vorausgehen. Partner der BGR ist das Vulkanologische Observatorium in Pasto, das zu dem kolumbianischen Geologischen Dienst (INGEOMINAS) gehört.

Die Multiparameterstation umfasst vier Breitband-Seismometer, ein Infrarotschallsensor, eine Infrarot-Kamera, mehrere elektromagnetische Messsysteme und eine Apparatur zur Messung der Fumarolengase. Die Geräte sind am Kraterrand und im Krater des Galeras installiert.

Sensoren in der Gasapparatur überwachen den Kohlendioxid- und Radongehalt, sowie die Temperatur und den Druck der Fumarolengase. Die Gasdaten werden direkt an der Fumarole mit einer Abtastrate von 6 Sekunden ermittelt. Durch die für Gasmessungen hohe Messfrequenz wird erstmals eine zeitliche Korrelation von gasgeochemischen und seismologischen Daten möglich. Während die seismischen Messgeräte seit 1997 kontinuierlich in Betrieb sind, arbeiten die chemischen Sensoren erst seit März 2000 im Dauerbetrieb. Unterbrechungen, die durch Bitzeinschläge, Bergrutsche, Ascheüberdeckung oder auch durch politische Unruhen verursacht werden, stören und verzögern die Arbeiten.

Alle Messdaten werden aus dem Vulkankrater zu einer etwa 100 m höher, auf dem Rand der Caldera liegenden Zwischenstation gefunkt und dann telemetrisch in Echtzeit in das Datenzentrum des Vulkanologischen Observatoriums in Pasto übertragen. Dort werden sie ausgewertet, archiviert und nach Hannover übermittelt.

Während der mehrjährigen kontinuierlichen geophysikalischen Messungen wurden charakteristische Änderungen der seismischen Signalformen in Abhängigkeit von der vulkanischen Aktivität des Galeras beobachtet:

- In ruhigen Perioden sind die seismischen Signale durch eine Konstanz der Frequenzen von Grundton und Obertönen gekennzeichnet.
- Zunehmende vulkanische Aktivität und erhöhte Wahrscheinlichkeit für Eruptionen sind durch das Auftreten spezifischer seismischer Signalformen, den Tornillos charakterisiert. Es werden bei zunehmender Aktivität eine Abnahme der Signalfrequenzen, kleiner werdende Frequenzdifferenzen und die Zunahme der Amplituden von Grundton und Obertönen beobachtet.

Die gasgeochemischen Untersuchungen laufen mit Unterbrechungen erst seit drei Jahren und erbrachten folgende Befunde:

- In ruhigen Zeitabschnitten sind die Temperatur der Fumarolengase und die Gasgehalte nahezu konstant.
- Zunehmende vulkanische Aktivität und erhöhte Wahrscheinlichkeit für Eruptionen traten in dem Beobachtungszeitraum nur zweimal auf und waren durch auffallende Änderungen der Gasdaten gekennzeichnet: In einem Fall durch das Auftreten einer mehrstündigen, sinusartigen Schwingung der Kohlendioxidsignale. In Analogie zu den seismischen Tornillos war diese Gasschwingung durch abnehmenden Grundfrequenzen und kleiner werdende Differenzen zwischen den Frequenzen von Grundton und Obertönen gekennzeichnet.
- Die drastische Änderung der Gasdaten lief dem Auftreten der seismischen Tornillos in beiden Fällen um viele Stunden voraus.

Falls sich diese gasgeochemischen Befunde reproduzieren lassen, kann angenommen werden, dass eine sich aufbauende vulkanische Aktivität der Auslöser

für die charakteristischen Beobachtungen gewesen ist. Die beobachteten Änderungen der Daten der Fumarolengase wären dann als Indikatoren für zunehmende vulkanische Aktivität in Betracht zu ziehen. Damit wäre ein weiterer kleiner Baustein bei der Entwicklung eines praktikablen Vorwarnsystems gewonnen.

Herausforderung Chipentwurf*

ERICH BARKE

Mikroelektronische Systeme, Universität Hannover
Callinstrasse 48, D-30167 Hannover

Neben der Verfügbarkeit von applikationsspezifischem Schaltungs- und System-Know-How sowie dem Zugriff auf modernste Fertigungstechnologien stellt die Designfähigkeit eine der drei Grundvoraussetzungen für das Bestehen im Halbleitermarkt dar. Die Bedeutung der Designfähigkeit, insbesondere die Bereitstellung geeigneter Entwurfsmethoden, hat aufgrund der drastisch steigenden Komplexität der zu entwickelnden Schaltungen in den letzten Jahren stark zugenommen. Die "International Technology Roadmap for Semiconductors" stellte bereits 2001 fest, dass die Designkosten sehr wahrscheinlich die größte Herausforderung für die Zukunft der Mikroelektronik darstellen.

Der Vortrag gibt zunächst eine kurze Einführung in die zukünftige Entwicklung der Mikroelektronik und geht dann näher auf das Problem der Designfähigkeit ein. Nach einer Einführung in das Thema Entwurfsautomatisierung (Electronic Design Automation (EDA)) wird der für die Designfähigkeit zentrale Begriff der Designproduktivität eingeführt. Anschließend werden einige exemplarische Probleme und Lösungsansätze aus den drei zentralen Themenbereichen der Entwurfsautomatisierung "Systemkomplexität", "Siliziumkomplexität" und "Integration" behandelt. Der Vortrag schließt mit einem kurzen Ausblick auf ökonomische Aspekte.

* Kurzfassung eines Vortrags gehalten am 13.02.04 in der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Parallelroboter für die Hochgeschwindigkeits- und Ultrapräzisionsmontage

JÜRGEN HESSELBACH

Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, TU Braunschweig
Wendessener Straße 3, D-38300 Wolfenbüttel

Innerhalb der Automatisierungstechnik birgt die Optimierung von Montage und Handhabungsprozessen ein immenses Potenzial zur Produktivitätssteigerung. Zentrales Automatisierungsmittel der flexiblen Montage ist der Industrieroboter. Die Verbesserungsmöglichkeiten von klassischen, seriellen Industrierobotern für Handhabung und Montage sind strukturbedingt jedoch weitestgehend ausgeschöpft. Die ständig steigenden Anforderungen der Handhabung und Montage bezüglich der zu erreichenden Geschwindigkeiten und Beschleunigungen führen bei seriellen Robotern zu einem Teufelskreislauf, da die Verwendung leistungsfähigerer Antriebe in Kombination mit steiferen Gliedern die zu bewegendende Roboter­masse erhöht, was eine weitere Steigerung der Antriebsleistung notwendig macht. Eine viel versprechende Alternative zu den konventionellen Robotersystemen stellen Parallelstrukturen dar. Ein wesentlicher Vorteil der parallelen Bauweise ist die Möglichkeit, alle Achsantriebe gestellfest anzuordnen. Aufgrund der daraus resultierenden geringen zu bewegendenden Massen pro Antrieb ergeben sich sehr günstige, dynamische Eigenschaften, die hohe Arbeitsgeschwindigkeiten und Beschleunigungen ermöglichen. Parallelroboter besitzen daher prinzipbedingt das Potential, die Zykluszeiten drastisch zu verringern. Dadurch, dass der Endeffektor durch mehrere Führungsketten gestützt wird, weisen Parallelroboter zudem eine hohe strukturelle Steifigkeit auf, die es ermöglicht, Parallelroboter insbesondere auch in der kurzzyklischen Ultrapräzisions- oder Mikromontage einzusetzen. Die Erarbeitung von Grundlagen zur Entwicklung derartiger Roboterstrukturen verfolgt damit die langfristige Zielsetzung, eine Taktzeitverkürzung bei gleichzeitig verbesserter Produktqualität zu erzielen und so einen Beitrag zur Produktivitätssteigerung im Bereich Handhabung und Montage zu leisten.

* Kurzfassung eines Vortrags gehalten am 11.06.04 in der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Simulation Hilfsmittel zur Beantwortung eisenbahn- betriebswissenschaftlicher Fragen*

THOMAS SIEFER

Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb,
Universität Hannover
Appelstr. 9A, D-30167 Hannover
email: siefer@ive.uni-hannover.de
www.ive.uni-hannover.de

Die Realität eines Bahnbetriebes gemäß Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) und der Verordnung über den Bau und Betrieb von Straßenbahnen (BOStrab) kann im Rahmen eines mikroskopischen Simulationsverfahrens in einem genauen mathematisch-logischen Modell auf einer elektronischen Rechenanlage nachgebildet werden. Dabei wird der Eisenbahnbetrieb experimentell nachgeahmt und statistisch ausgewertet, aus diesen Ergebnissen können dann Rückschlüsse auf die Realität gezogen werden.

Damit dies möglich ist, müssen vor einer Simulation Daten erhoben und in das Modell eingepflegt werden. Je exakter die Datenbasis ist, umso aussagekräftiger werden die Ergebnisse.

Ziel ist es, sich mit dem „Betriebsexperiment“ an der real existierenden Anlage zu orientieren. Denn Experimente an den existierenden Anlagen sind zu teuer, oft auch nicht möglich, da die Anlage nicht für Versuche gesperrt werden kann, bzw. bei geplanten Anlagen Versuche unmöglich sind.

Durch die Entwicklung leistungsfähiger EDV-Hardware ist es möglich, komplexe Eisenbahnnetze im Rechner abzubilden. Varianten in der Infrastruktur oder im Fahrplan lassen sich dort einfach ändern. So können Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen schnell ermittelt werden.

Nach einer Fahrplansimulation im Rahmen der Fahrplankonstruktion kann die prinzipielle Möglichkeit und Fahrbarkeit eines Fahrplanentwurfes bestätigt werden. Durch die zeitliche Belastung einzelner Infrastrukturabschnitte können Mutmaßungen über die Betriebsqualität angestellt werden. Ziel ist es jedoch, belastbare Aussagen über die Betriebsqualität zu erhalten, bzw. Hinweise für die Ursachen von Qualitätseinbrüchen zu finden. Hierfür bietet sich nun die

* Kurzfassung eines Vortrags gehalten am 19.11.04 in der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

Betriebssimulation an. Ausgehend von einem Fahrplan, der für die Fahrplansimulation als Basis diene, werden nun so genannte gestörte Fahrpläne erzeugt. Durch „Einstreuen“ von Abweichungen vom Regelfahrplan wird das tatsächliche Betriebsgeschehen nachgeahmt.

Will man die komplexen Bahnsysteme abbilden, kann dank der heute vorhandenen Rechnerleistungen idealerweise die synchrone Fahrplan- und Betriebsimulation eingesetzt werden, da nur sie es ermöglicht, die komplexen Betriebszustände mit ihren Abhängigkeiten zeitgleich nachzubilden. Außerdem besteht nur bei diesem Verfahren die Möglichkeit der Nachprüfung der im Rechner nachgebildeten Prozesse. An einer beliebigen Stelle kann der Simulationsprozess gestoppt werden, um Erkenntnisse über beliebige Zwischenzustände zu erhalten. Das Beziehungsdreieck „Infrastruktur – Leistungsfähigkeit – Betriebsqualität“ kann unter verschiedenen Gesichtspunkten untersucht werden.

**Italienbilder der deutschen Vor- und Frühromantik:
Wilhelm Heinses *Ardinghello* und Ludwig Tiecks
*Franz Sternbalds Wanderungen**¹**

RENATE STAUF

Neuere deutsche Literatur, Technische Universität Braunschweig
Kasernenstraße 23, D-38102 Braunschweig

Die Studie untersucht das deutsche Italienbild in zwei für die deutsche Frühromantik grundlegenden Werken. Dabei erweist sich, dass die Schilderung der fremden Kultur wenig mit der andersgearteten Wirklichkeit Italiens zu tun hat. Vielmehr wird das Land in beiden Romanen auf höchst differenzierte Weise zur Projektionsfläche für literarische Subjektentwürfe, an denen sichtbar wird, dass der Urakt prometheischer Selbstsetzung zum einen problematische Allmachtsphantasien, zum anderen Ich-Dissoziationen und Ich-Verluste hervorbringt. Heinses und Tiecks Helden nehmen sich und ihre Umgebung im ständigen Akt eines Selbstvollzugs wahr, in dem das Individuelle nicht mehr intersubjektiv vermittelt ist und allein die subjektive Befindlichkeit zum unhintergehbaren Maßstab der Selbstvergewisserung wird.

In Heinses Roman wird zum ersten Mal eine an der Malerei geschulte Sehweise konstitutiv für die deutsche Italienschilderung. Kunstbetrachtungen werden das Vehikel zum erotischen Erlebnis. Kunstbeschreibungen erhalten den Status eines sinnlich-erotischen Aktes. Beides, die Ästhetisierung des sinnlichen Genusses und die Versinnlichung der Kunst, dient der Inszenierung des ästhetischen Machtmenschen, des uomo universale. In der Figur des Künstlers Ardinghello verbinden sich das Naturgenie, der Renaissance-Mensch und der an der Antike orientierte Ästhet des 18. Jahrhunderts zu einer harmonischen Einheit. Im Zeichen solcher künstlerischen Selbstvergewisserung und triumphalen Selbstbehauptung wird der Individualitätsgedanke der deutschen Aufklärung radikalisiert und aus transzendenten Zusammenhängen herausgelöst. Die sinnlich-erotische Emanzipation des Menschen erscheint als unabdingbare Voraussetzung der gesellschaftlichen Befreiungsbewegung – ein Programm, das unter den deut-

* Vortrag gehalten am 12.03.04 in der Klasse für Geisteswissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

¹ (erscheint in: *Aspekte der Romantik in Europa. Ein deutsch-italienisches Symposium. Sonderband der Germanisch-Romanischen Monatsschrift.* Hrsg. v. Renate Stauf und Cord Friedrich Berghahn. Heidelberg: Winter-Verlag. 2005, S. 45-60)

schen Romantikern allenfalls bei Friedrich Schlegel (*Lucinde*) ein Echo fand und erst im Werk Heinrich Heines zur vollen Entfaltung gelangte.

In Tiecks Roman sind die Spuren seiner *Ardinghello*-Lektüre deutlich zu erkennen. Auch hier steht die Italienschilderung im Zeichen einer Verherrlichung des Renaissance-Zeitalters. Doch anders als Heinse fokussiert Tieck eine Vermählung des Nordens mit dem Süden. Die bei Heinse als säkulare Befreiung gefeierte Sinnlichkeit ist für Sternbald nur ein Durchgangsstadium, aus dem er ‚gerettet‘ und geläutert in die kunstfromme Dürer-Welt des Nordens zurückkehren soll. Dass der Versöhnungsversuch nicht gelingt, die Brücke zwischen nordischer Askese und südlicher Sinnenfreude nicht gebaut werden kann, resultiert aus der ambivalenten Ich-Konzeption des Helden. Auch Tieck radikalisiert das Ich-Gefühl seiner Künstler-Figur und lässt das isolierte Ich, jenseits der Allgemeinheit von Vernunft und Religion, als den einzigen Ort der Wahrheit erscheinen. Im Unterschied zu Heinse bezieht das Ich bei Tieck aus seiner Vereinzelung jedoch nicht nur Selbstgewissheit, sondern erlebt sich zugleich im Zustand totalen Ausgesetztseins. Während Heinse den Geniegedanken des 18. Jahrhunderts konsequent ausschreibt und seine Aporie sichtbar werden lässt, gestaltet Tieck jene für die Moderne symptomatische Spaltung, die das Ich an sich selbst erfährt.

G. E. Lessing: *Nathan der Weise* Eine Parabel voller Überraschungen und bisher unbeantworteter Fragen*

EVA JOHANNA ENGEL

Herzog August Bibliothek
Schlossplatz 10, D-38304 Wolfenbüttel

I.

Wir wissen, dass die Versifizierung dieses "dramatischen Gedichts" in den Jahren 1776-1778 erfolgte und regelmässig dem Dichter C. W. Ramler (*1725) und dem Freund Moses Mendelssohn (*1728) im fernen Berlin vor Augen kam. Dies ist daher die Epoche, in welcher der Hzgl. Bibliothekar in Wolfenbüttel seine Bemühungen, endlich auch im deutschen Sprachraum eine offene Diskussion in Religionsfragen in die Wege zu leiten, durch und durch missverstanden sah.

Was er besonders seit 1770 unter dem Eindruck seines Studiums von Samuel Reimarus' (1694-1768) äussert brisanter, sogenannter "Fragmente eines Ungeannten" anstrebte, besagt Lessings Motto seines „Gedichts“:

Introite, nam et heic Dii sunt.

Es geht Lessing um das endliche Auffinden wahrer Religion, um, wie die Etymologie des Wortes besagt, das *re-ligere*, um die wahre Rück-Bindung des einzelnen Gläubigen an Gott.

Die Religionen, die von den neun Personen seines Dramas vertreten werden, sind das Christentum, der Islam, das Judentum und – die Religion des Barfüsser-Bettelmönchs, des Derwischs Al-Hafi. Mit diesen drei mal drei Personen erfindet Lessing zahlensymbolische Änderungen in der jeweiligen Anzahl der Gläubigen: Zu Beginn der Handlung sind nur der historische Sultan Saladin¹ (1138-1193) und seine Schwester Sittah Muslime. Es gibt drei Aussenseiter: Nathan, seine Pflgetochter Recha und den Derwisch, während der ehrliche Klosterbruder, die glaubensselige Daja, der junge Hitzkopf-Tempelherr und der ebenfalls historische, bössartige Patriarch Heraklius alle Schattierungen des Glaubens im Christentum darstellen: also 2 Muslime, 3 Aussenseiter, 4 Christen.

* Vortrag gehalten am 19.11.04 in der Klasse für Geisteswissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

¹ Lessing benutzte "L'Histoire de Saladin" (1758) von F. L. Marin(i) (*1721).

Am Ende des ‘Gedichts’ bietet das Stück vier Muslime (Saladin, Sittah, den Tempelherrn und seine neugefundene Schwester Recha), drei Christen (den ehrlichen Klosterbruder, Daja, den verstockten Heraklius). Diesmal gibt es am Schluss des Stückes zwei Aussenseiter: den Juden Nathan und den Derwisch, also 4 Muslime, 3 Christen, 2 Aussenseiter.

II.

An diesen beiden Aussenseitern, Nathan und dem Derwisch, entzündeten sich die Fragen:

Warum trägt die Schlüsselfigur den Namen Nathan? – Und welcher Religion hängt der Derwisch Al-Hafi an? – Dem Namen nach ist er als Barfüsser (Al-Hafi) ein Bettelmönch (Derwisch). Versucht Lessing, der, wie wir aus drei Briefen an seinen Bruder Carl wissen, ein Nachfolgedrama ”Der Derwisch” plante,² ”welches auf eine neue Art den Faden einer Episode des Nathan wieder aufnähme und zu Ende brächte”, d. h. hier an die Aussagen Al-Hafis in II.9 anzuknüpfen? Welche Gefolgsmänner eines monotheistischen Glaubens hofft Al-Hafi am Ganges zu finden?

Ging es Lessing also um Einbeziehung eines vierten monotheistischen Glaubens? Und welches Monotheismus? Und wo?

Der Ort des Geschehens ist Jerusalem zur Zeit des Sultans Saladin kurz vor dem Jahr 1200. Die Schlüsselfigur ist Nathan.

III.

Warum heisst die Hauptfigur ‘Nathan’?

Allein im Hinblick auf die fast dreissig Jahre enger Bindung des Pfarrerssohns Lessing und des Juden Mendelssohn (von 1753 bis 1781) hält man heute fast automatisch Mendelssohn für das im Nathan verkörperte Ideal des Mannes: ”So gut als klug, so klug als weise” (I.3).

Doch sollte nicht übersehen werden, wieviele Gemeinsamkeiten zwischen Lessing und Mendelssohn, den fast gleichaltrigen Wahrheits- und Gerechtigkeits-suchern bestanden: Nicht nur Lernbegier, Gelehrsamkeit, Kampf gegen Vorurteile, auch der Wille, die Schmerzen, die ihnen das Leben antat, bekämpfen und besiegen zu lernen; die Einsamkeit des Aussenseitertums, des Unverstandenseins, zu der beide ihre Existenz verdammt. Dies alles hatten sie beide erfah-

² Lessing an Bruder Carl (15.1., 16.3, 19.3. 1779).

ren. – Somit ist die Schlüsselfigur wohl eine Mischung der beiden Sucher – bis auf die *eine* Eigenschaft, derentwegen Lessing der Hauptfigur den Namen ‘Nathan’ gab.

Nirgends hat Lessing angedeutet, wie er auf diese Wahl verfiel. Was sie ihm versinnbildlichte, ist eine Eigenschaft, die er an seinem Freund besonders hoch zu schätzen wusste – um so mehr, als sie bei ihm selber nur schwach ausgeprägt war: die Bereitwilligkeit, durch Rat zu helfen, zu *geben*. Hier kommt nun die hebräische Bedeutung des Namens Nathan ins Spiel: denn Nathan heisst ‘Er (Gott) hat gegeben’.

Lessing liess seinen Bruder wissen, dass sein Nathan nicht der biblische Nathan sei. Doch wo sonst findet man sein Vorbild? – Wir wissen nur, dass Lessing als Quelle der Ringparabel Boccaccios ”Zehn Tage”, den ”Decamerone”, und daraus eine Erzählung des ersten Tags, die ”novella III” angab. Die dortige Figur ist zwar ein Jude, aber sein Name ist nicht Nathan.

Dagegen findet sich, gewissermassen parallel zum ersten Tag, am zehnten und letzten, und wieder in einer ”novella III”, ”eine unerhörte, sich ereignet habende Begebenheit”,³ ein Vorkommnis, das, nach Goethes Definition dieser Erzählform, etwas Neues, etwas spezifisch Charakteristisches, eben eine Novelle ausmacht.

Im Mittelpunkt steht hier ein nicht mehr junger, recht begüterter Nathan, der wie in Lessings ”Parabel” ein Schloss mit 30 Türen baut⁴. Allen, die kommen, gibt er von seinem Reichtum. Diese Freigebigkeit weckt den Neid eines jungen Mannes in seiner Umwelt, so daß dieser beschliesst, den Rivalen in Gebefreudigkeit umzubringen. Er begegnet dem alten Mann, ohne ihn zu erkennen, erzählt ihm von seinem Vorhaben und erbittet seine Hilfe. Nathan hört ihn an, weist ihm den Ort, wo er seine Tat vollbringen kann und wie er nachher sicher wieder entkommen könne. Als der potenzielle Mörder am nächsten Morgen den im Wald vor sich hinwandelnden Nathan erblickt, will er dessen Gesicht sehen, reisst ihm die Kopfbedeckung ab – und erkennt zu seiner Schande, wen er vor sich hat.

Nathan bleibt ruhig und sagt: ”Ich wusste, was Du im Sinne hast.– Allen gab ich, um was sie zu mir kamen. Du wolltest mein Leben – hier ist es – nimm es.” Die Beschämung und die Verbrüderung, die so zustande kommt, wird nur kurz angedeutet.

³ Goethe zu Eckermann am 29. Januar 1827.

⁴ Vgl. Lessings Parabel, anonym, Braunschweig, März 1778 (LM 13, S.91-96).

Mit dieser "unerhörten Begebenheit" ehrt Lessing den Freund, der allen Ratsuchenden das bietet, um was sie kamen. Dies lässt sich aus dem Corpus seiner Briefe wieder und wieder erweisen: seien sie verwirrte junge Atheisten, ein Böhmischer Erziehungsminister, ein Benediktinermönch, evangelische Theologen oder eine junge Kurländerin, der plötzlich der Trinitätsglaube abhanden kam.

Gleichzeitig aber bietet sich diese Parabel, dies Gleichnis eines erfundenen "unerhörten" Geschehens Lessings Vorhaben an, Wahrheiten poetisch zu veranschaulichen. Sein Drängen, die Suche nach der wahren Religion blieb unerfüllt, denn: "der echte Ring vermutlich ging verloren". So muss die Suche fortgesetzt werden, und zwar als Suche nach Wahrheit mit den Mitteln der Vernunft. Nach der Lektüre der "Fragmente eines Ungenannten" ist dies besonders Lessings Anliegen.

Deshalb setzte er sich, gegen den Rat Mendelssohns,⁵ besonders ein für die Anerkennung der Thesen des Reimarus: "Von Verschreyung der Vernunft auf den Kanzeln" und "Die Bibel ist nicht die Religion".⁶ So plädiert er für Vernunft, um durch Vernunft das ins Werk zu setzen, was bereits durch Spinozas "Tractatus theologico-politicus" 1670 und in England 1687 durch Newtons "Philosophiae naturalis principia mathematica" eingeleitet worden war: eine Erweiterung des menschlichen Horizonts, in welchem der Naturwissenschaftler Isaac Newton zwar auch den Sinnen Raum gewährte, doch als in einer Welt, deren methodische Erkenntnis sich allein auf Vernunft und Verstand stützte.

Bei diesem Neubeginn wurde alles in Frage gestellt, auch die Religion. – Die so entstandene Naturreligion lief unter dem Namen des Deismus: ein ganz besonders angegriffenes Ärgernis für die gesamte christliche Orthodoxie.

IV.

In der Welt, in der Lessing (*1729) und Mendelssohn (*1728) aufwuchsen, waren bereits nicht nur durch Spinoza, durch Newton, auch durch Pierre Bayles "Dictionnaire historique et critique" (1697), durch John Lockes "Letter concerning Toleration" (1690) oder durch John Tolands "Letters to Serena" (1704) neue kritische Methoden an der Tagesordnung und gebaren zwischen 1709 und 1768 eine Flut von Entdeckungen bei Shaftesbury, Leibniz, Montesquieu, Descartes, Voltaire, Hume, J. J. Rousseau, Diderot, Morelly, Anquetil du Perron und Beccaria.

⁵ Vgl. JubA (Moses Mendelssohn Gesammelte Schriften. Jubiläumsausgabe. Stuttgart: Frommann/Holzboog, 1972 ff.) 12.1, S. 23 ff.: 29.11.1770.

⁶ LM 12, "Zur Geschichte der Litteratur. Aus den Schätzen der Herzoglichen Bibliothek zu Wolfenbüttel", 4. Beytrag 1777, S. 304-316: "Von der Verschreyung der Vernunft auf den Kanzeln" und "Gegensätze des Herausgebers", S. 428-450.

Beide jungen Gelehrten, Lessing und Mendelssohn, mussten sich der Anforderung stellen, sich mit diesen ausländischen Anregungen auseinanderzusetzen, ehe dann um 1754 auch im deutschen Sprachraum der blutjunge Friedrich Nicolai (*1733) sich zu Wort meldete. In seinen 18 "Briefen über den itzigen Zustand der schönen Wissenschaften in Deutschland" finden sich sowohl negative Analyse wie konkrete Vorschläge zur Remedur: Seine Landsleute müssen sich mit ausländischer Literatur, mit neuen Theorien bekanntmachen, müssen lernen, objektiv Kritik zu üben, ihre Qualitätsansprüche zu steigern, eigene Schwächen zu diagnostizieren und sie nach bestem Vermögen zu verbessern.

Man bedenke, welche Hindernisse der Verbreitung von Wissen im 18. Jahrhundert entgegenstanden. Noch Goethe führt im "Wilhelm Meister" an, dass eigentlich unter den Bürgern nur Kaufleute und Schauspieler Reisen unternahmen, andere Welten selber kennen lernten. Die anderen, wie z. B. der gebildete Leser, waren auf das gedruckte Buch und d. h. auf die beiden Buchmessen in Leipzig und Frankfurt/M. angewiesen. Dort boten Verlage ihre (noch ungebundenen) Neuerscheinungen an. Erst Monate später gelangten die Bücher an einzelne Rezensenten, an Societäten der Wissenschaften wie die im Juli 1700 von Leibniz begründete, an die damals spärlichen Zeitungen, an Zeitschriften und Lesegemeinschaften.

An Zeitschriften gab es für europäische Gelehrte von 1682 bis 1782 die "Acta eruditorum". O. Mencke hatte sie nach dem Vorbild des "Journal des sçavans" (seit 1666) entworfen. Von 1712 bis 1758 erschienen im gleichen Verlag "Deutsche Acta Eruditorum" (von 1740 an mit "Zuverlässigen Nachrichten" von Neuerscheinungen).

Bekannt waren Lessing wie auch Nicolai die bei dem Verleger Joh. Andreas Rüdiger (bis 1751 Inhaber der "Berlinischen Privilegirten Zeitung") gedruckten "Miscellanea Berolinensia ad incrementum scientiarum" (1743-51).

Da Lessing von 1748 an als Rezensent dieses Blattes Gelegenheit hatte, Neuerscheinungen in die Hand zu bekommen, besass er einen ausgedehnten Gesamtüberblick. Noch wichtiger war in dieser Hinsicht die Londoner "Monthly Review, a periodical work giving an account, with proper abstracts from the new books, pamphlets as they come out" des Verleger R. Griffith, die vom Januar 1749 an erschien. Dieses Organ vermittelte 1762 als grösste Neuigkeit die ersten verlässlichen Berichte über das Zendavesta-Fragment des Zoroaster. – Dass die Berliner Freunde auf die Zeitschrift abonniert waren, erweist sich spätestens aus Mendelssohns Brief an Nicolai vom 15. Mai 1764.⁷

Ein ebenso angesehenes Blatt war die Monatsschrift "The Gentleman's Magazine" (Januar 1731-September 1907). Noch wesentlicher für den deutschen

⁷ JubA 12.1, S. 45.

Büchermarkt war aber das 1754 begründete Pariser "Journal Etranger: ou Notice exacte et détaillée des ouvrages de toutes les nations étrangères, en fait d'arts, de science, de littérature". Dessen Interesse galt hauptsächlich den englischen und deutschen Bucherscheinungen. Am 18. März 1756 erging eine Einladung der Herausgeber F. M. v. Grimm (*1723), F.-V. Toussaint (ca. 1715), A.-F. Prévost d'Exiles (*1697) und E.-C. Fréron (*1719) an den dreiundzwanzigjährigen Nicolai (auf Vorschlag Gellerts an Graf Moritz Brühl), regelmässig anonyme Berichte über deutsche Literatur (ausser Mathematik, Medizin und Jura) zu liefern. Gewünscht wurden Berichte alle vierzehn Tage. Da Bücher im deutschen Sprachraum nur zu den zwei Messen erschienen, lehnte Nicolai den ehrenvollen Vorschlag ab. Trotzdem spielte gerade er die wesentliche Vermittler-Rolle, die erlaubt, uns zu vergegenwärtigen, welche neuen Erkenntnisse auf dem Buchwege Lessing und Mendelssohn zur Verfügung standen. Über welche Bücher hätte er berichten können?

V.

Dank Nicolais bewundernswürdigem Einsatz bei der Begründung dreier Periodica, die die in deutscher Sprache erschienenen Veröffentlichungen anzeigten und zu meist auch Rezensionen boten, ergibt sich ein klares Bild der Ideenwelt, die zwischen 1756 und dem Lebensende Lessings (1781) und Mendelssohns (1786) dem Wissenshorizont literarisch wie geographisch neue Dimensionen verlieh.

Dies trotz erschütternder Ereignisse im gleichen Zeitraum: des Erdbebens von Lissabon (1756), des verheerenden Siebenjährigen Krieges (1756-1763) und des besonders Voltaire erregenden und in Tätigkeit setzenden Justizmordes an Jean Calas (*1698) in Toulouse (1762).

Nach monatelangem brieflichen Disput⁸ über die mit der Poetik des Trauerspiels verbundenen Begriffe wie 'tragisch', 'Furcht', 'Mitleiden' veröffentlichte Nicolai im April 1757 mit der ersten Nummer seiner programmatisch didaktisch begründeten Vierteljahresschrift die "Bibliothek der schönen Wissenschaften und freyen Künste".⁹ Sie erlebte bis Mai 1759 trotz des durch die Kriegswirren bedingten Papiermangels acht Bände, die (bis auf einen Aufsatz) gänzlich von Nicolai und Mendelssohn bestritten worden waren. Lessing rezensierte nur eine Übersetzung der Idyllen Theokrits, Moschus' und Bions.¹⁰

⁸ 1.10.1756-15.5.1757, s. JubA 11, S.55-135.

⁹ Zit.: Bibliothek.

¹⁰ Bibliothek II,2, Nr. V, S. 366-395: Januar 1758.

Die für die vorliegende Abhandlung wesentlichen Horizonterweiterungen betrafen in den neunzig separaten Rezensionen der "Bibliothek" Themen wie 'Nachahmung', die 'Bibel als Dichtung', die Definition von 'erhaben' und die Beschreibung ihres Gegenbegriffs 'naiv' (in Ausdruck wie in Handlung). – Die durch Alexander Baumgarten begründete Ästhetik führte zur Trennung von Metaphysik und Kunst (wie z. B. bei den Termini 'gut', 'wahr', 'schön').

Während die Rezensionen in der "Bibliothek" die wichtigsten Neuerscheinungen an Belletristik und Literatur im In- und Ausland einbezogen, behandelte Nicolais zweite Zeitschriftengründung nur, aber *alle* auf deutsch erschienenen Neuerscheinungen in den 335 "Briefen, die neueste Litteratur betreffend".¹¹

Glücklicherweise liess Nicolai auch ins Deutsche übersetzte ausländische Schriften rezensieren. So erweitert er das Panorama durch multidisziplinäre Denkanstöße: in den Naturwissenschaften, der Staatswissenschaft, der Mathematik, für 'Genies' wie Shakespeare und Milton.

Zunächst lenkte Mendelssohn¹² die Aufmerksamkeit auf die 'animalcula' des Niederländers Anthony van Leeuwenhoek (1632-1723). 1673 waren die Beobachtungen an Henry Oldenburg, dem Sekretär der Royal Society gesandt worden. Erst 1756 wurden diese neuen technischen Einblicke durch Martin Frobenius Ledermüller in Nürnberg ausgewertet und fortgesetzt. Aber es dauerte bis zum 15. März 1759, bis sie auch durch die mikroskopischen Experimente des Mediziners Johann Nathaniel Lieberkühn (1711-1756) dem deutschen Leser übermittelt wurden.¹³ Die damaligen Linsen und Mikroskope hatten eine bislang unsichtbare, winzige Welt vor Augen gerückt, so wie Galileis Teleskope einst unermessliche Weiten nahegebracht hatten.¹⁴

Eine weitere 'Entdeckung', die die Welt verändern sollte, die neue Begründung der Atomtheorie, kam über Newton und Leibniz¹⁵ mit Ruggiero Boscovichs

¹¹ 25.1.1759-4.7.1765. Zit. LB, - 68 der LB stammen von Lessing, etwa 120 von Mendelssohn. Die wichtigsten LB für die Untersuchung von Lessings Absichten bezüglich der Glaubenszugehörigkeit des Derwischs Al-Hafi betreffen: LB 23: Mathematische Begriffe in der Philosophie mit Betonung der Unerlässlichkeit von Beweisführung; LB 25, 29: Leibniz' Satz des Nichtzuunterscheidenden; LB 67, 223: Isaac Iselin: Verantwortung des Gesetzgeber; LB 74: Naturrecht; LB 75: Ursprung der Sprache; LB 130/1: Instinktbegriff; LB 181: Infragestellung des freiwilligen Kriegsdienstes des Untertans in einer absoluten Monarchie; LB 144/5: Die Entlarvung weiterer zu bekämpfender staatlicher Mißstände; LB 194/5 (12.11.1761): Bernard Mandevilles "Fable of the Bees" (London 1705). In LB 191 geht es um die Kirche und religiöse Mesalliance; LB 281, 323, 324 schildern Kants Denkrevolution und LB 287 (Juli 1764) die durch den Theologen Spalding – "Bestimmung des Menschen" (7. Aufl. 1763) – ausgelösten Glaubenszweifel an der Theodicee.

¹² LB 26-28 (15.-22.3.1759).

¹³ LB 26 –28.

¹⁴ Vgl. Voltaires Satire auf Maupertuis: « Le Micromégas de Mr. de Voltaire. Avec une Croisade & un Nouveau plan de l'histoire de l'esprit humain », London 1752.

¹⁵ LB 42.

(1711-1787) in Wien 1759 veröffentlichter „Philosophiae naturalis Theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium“.¹⁶ Auch hier ging es für Kritiker und Leser um sorgfältige Überprüfung der Tatsachen und der vorgebrachten Belege.

In Nicolais dritter Zeitschrift, der „Allgemeinen deutschen Bibliothek“ (seit 1765),¹⁷ gilt die Aufmerksamkeit Johann Lamberts „Neuem Organon, oder Gedanken über die Erforschung und Bezeichnung des Wahren und dessen Unterscheidung von Irrthum und Schein“,¹⁸ wie der Übersetzung der wichtigen Schrift „Dei delitti e delle pene“ von Cesare di Beccaria in Ulm 1767.¹⁹ Auch hier, nicht nur in Frankreich oder in Th. Abbts „Vom Tode für das Vaterland“²⁰ finden sich Anzeichen bevorstehender und dringend notwendiger Reformen in Gesetzgebung und Staatstheorie.

Weitere goldene Brücken zu Lessings Bemühen, eine Diskussion zum Thema ‚wahre Religion‘ in die Wege zu leiten, ergeben sich sowohl aus der Übersetzung (Halle 1776) von Nicolas de Malebranches (1638-1715) „De la recherche de la verité; ou l'on traite de la nature de l'esprit de l'homme & de l'usage qu'il en doit faire pour éviter l'erreur dans les sciences“ (Paris 1674/5), wie aus Kennicotts „Notae ad Psalmos“,²¹ dem „Versuch einer Psalmenübersetzung“ (Leipzig 1773) des Berliner Oberkonsistorialrats Wilh. Abraham Teller (1734-1804)²² und, wichtig als Verweis auf den Nahen Orient und die erstmalige Vor-Ort-Untersuchung historischer Ereignisse, Robert Woods (1717-1771) „Essay on the Original Genius and Writings of Homer“ (London 1769), der 1773 in Frankfurt/M. auf Deutsch erschien.²³

VI.

Wir kommen zu der weitaus komplexeren ungelösten Frage: Lessings Vorhaben, in einem Nachfolgedrama „Der Derwisch“, die in Akt II, Szene 9 des „Nathan“ angedeutete Episode einer Lösung zuzuführen.

¹⁶ LB 45, 54-56.

¹⁷ Zitiert AdB.

¹⁸ Leipzig 1764, AdB 1766, Bd. 3.1 u. 4.2.

¹⁹ Livorno 1764, AdB 1769, Bd. 10.2.

²⁰ Nicolai 1761.

²¹ AdB 1773, Bd 20.1.

²² AdB 1774, Bd 22.1.

²³ AdB 1777, Anhang II.

Im Zusammenhang mit Al-Hafis Schatzmeisteramt fallen sowohl die Worte ‘Bettler’ wie ‘Parsi’ und ‘geben’: In I.3 heisst es, dass der Sultan Al-Hafi, den Barfüsser, den Derwisch (Bettelmönch),²⁴ zum Schatzmeister ernannt habe, weil

[...] Ein *Bettler* wisse nur, wie Bettlern
Zumute sei; ein Bettler habe nur
Gelernt, mit guter Weise Bettlern *geben*. (461-463)

Dieser ‘Bettler’ aber erkennt, dass er des Sultans Schmeichelei nachgegeben hat und entschliesst sich, sein Amt aufzukündigen:

[...] Seht da
Das Ehrenkleid, das Saladin mir *gab*.
Eh es verschossen ist, eh’ es zu Lumpen
Geworden, wie sie einen Derwisch kleiden,
Hängts in Jerusalem am Nagel, und
Ich bin am Ganges, wo ich leicht und *barfuß*
Den heißen Sand mit meinen Lehrern trete. (454-451)

Nathan stimmt ihm bei:

[...] Al-Hafi mache, daß du bald
In deine Wüste wieder kömmst. Ich fürchte,
Grad’ unter Menschen möchtest du ein Mensch
Zu sein verlernen. (496-499)

In II.9 zieht Al-Hafi auf das bestimmteste den Schlußstrich: barfuss will er zu denen zurückkehren, die er als seine Lehrer achtet:

Ich, der ich nie für mich gebettelt habe,
Soll nun für andre borgen. Borgen ist
Viel besser nicht, als *betteln*: [...]
[...] Unter meinen Ghebern, an
Dem Ganges, brauch ich beides nicht, [...]
Am Ganges nur gibts Menschen. Hier seid Ihr
Der einzige, der noch so würdig wäre,
Daß er am Ganges lebte. (698-707)

VII

Die hier gebrauchten Termini lassen nach zwei ethnischen Gruppen fragen: den Parsen und den Ghebern. In II.2 heisst es – mit bezug auf die Gebefreudigkeit Nathans –:

²⁴ Das persische Wort *darvêsh* (arm, Bettler) wurde im Deutschen um 1654 über das Türkische *dervîş* übernommen.

[...] Den Armen gibt
 Er zwar; und gibt vielleicht trotz Saladin.
 Wenn schon nicht ganz so viel: doch ganz so gern;
 Doch ganz so sonder Ansehn. Jud' und Christ
 Und Muselman und Parsi, alles ist
 Ihm eins. (279-284)

Wer sind nun die Parsi, wer die Gheber? – und was konnte Lessing um 1776 über sie wissen?

Es war bekannt, dass es am Ganges Parsen gab, die im 8. Jahrhundert von den Arabern aus Persien vertrieben worden waren und sich angeblich noch als Anhänger Zoroasters betrachteten.²⁵ Doch waren diese Parsen nicht Bettelmönche.

Die Texte, die im 11. oder 12. Jahrhundert von Neryosang Dhaval auf Sanskrit übertragen worden waren, liessen sich in Indien nicht auffinden. 1322 und 1325 kam Nachricht über die Parsen durch die missionierenden Mönche Jordanus und Odoric nach Europa.

Über die Gheber (les Guèbres) findet sich 1777 in der "Bibliothèque Orientale" (La Haye: J. Neaulme & N. van Daalen) des B. d'Herbelot, in Bd. II, S.113 die Auskunft, dass es sich um ein persisches Wort handle, "qui signifie particulièrement un Zoroastrien". Dieser wird als Feueranbeter (Feuer als Quelle alles Lebens) geschildert.

Für Lessing ist womöglich durch 'Gheber' ein Wortspiel mit 'geben' angeregt worden, aber selbstverständlich kannte er Voltaires zornigen Angriff auf Engstirnigkeit in puncto Religion in "Les Guèbres ou la Tolérance" von 1768.²⁶

Seit mehreren Jahrhunderten hatte es Reiseberichte über Persien gegeben. Nirgends aber Berichte über die noch erhaltenen Originaltexte, die Einblick in die Religion des Zoroaster gewährten.

Die ersten Berichte über die Gheber waren Lessing aus C. de Secondat Montesquieus (1689-1755) von 1721 bis 1777 in etwa 32, zum Teil auf 161 Briefe vermehrten (Amsterdam, London, Genf) vorliegenden Ausgaben der "Lettres Persanes" vertraut.²⁷ Darin kommen Berichte über die Gheber, ihre uralte alt-

²⁵ Die ersten Berichte erfolgten durch einen Parsi-Priester (Bahman Kaikobad Hamjiar Sanjana) in einem Gedicht (Qissa-i Sanjan), aus dem u. a. hervorging, dass sich die Gläubigen als Monotheisten betrachteten.

²⁶ Nach dem grausamen Justizmord an dem protestantischen Kaufmann Jean Calas aus Toulouse hatte sich Voltaire drei volle Jahre bemüht, der Familie Gerechtigkeit zu verschaffen. Sein nie recht gewürdigtes Drama bildete den Abschluss.

²⁷ Lessings einziger Bezug auf die "Lettres Persanes" war in BPZ, 142. Stück (27. November 1753).

iranische "heilige" Sprache, ihre Gottes-Verehrung in Gestalt des Feuers, über Zoroaster und über seine Schrift "Zend-Avesta" nur im Brief Nr. 65 vor.²⁸

In diesem Brief vom August 1714 werden in Gestalt märchenhaft anmutender, wahrer Begebenheiten sowohl Ereignisse wie Tatsachen über seine Religion einem Gheber namens Ibben in den Mund gelegt. Er liebt von frühester Kindheit an seine eigene Schwester und war ihr nach dortigen Gebräuchen als Ehemann bestimmt. Sie wird ihm entrissen und aus einem mohammedanischen Harem nur befreit, um einem Eunuchen angetraut zu werden. Nach langer Suche findet sie ihr Bruder, er macht ihr in ihrer gemeinsamen altiranischen Sprache Vorwürfe, ihre uralte heilige Religion verleugnet zu haben. Es gelingt ihm, ihr die "Zend Avesta" zukommen zu lassen.²⁹ Begeistert bekennt sie sich wieder als Anhängerin Zoroasters. Es gelingt dem Bruder, sie auf abenteuerliche Weise zu befreien, mit ihr aus Persien zu fliehen und nach weiteren Abenteuern sich schließlich in Smyrna bereits seit sechs Jahren unter angenehmsten Mitbürgern der Vereinigung mit Schwester und Kind zu erfreuen.

Seinerseits verdankte Montesquieu seine Kenntnisse dem 1686 in Amsterdam erschienenen Reisebericht des J. C. Chardin³⁰ und, noch eingehender, dem ersten Kapitel von Thomas Hyde: "Historia Religionis veterum Persarum" (Oxford 1700).

Einen ersten deutschen Überblick gewährte 1743 Jacob Bruckers "Historia critica Philosophiae a mundi incunabilis ad nostram usque aetatem deducta". Im ersten Band³¹ gibt es ein Kapitel "De Philosophia Persarum". Als Appendix zu diesen Ausführungen bieten 1767 im Band VI die Seiten 59-88 eine weitere Nachricht zu S. 144, Zeile 7: "Sibi pro antiquissimis historicis veritatibus propinari aduerit".

Es besteht kein Zweifel, dass dieses Werk Mendelssohn wie Lessing genauestens bekannt war. Was also "setzt" der Historiker hier seinen Lesern als Nachtrag "vor"?

Zunächst geht es um die Nachfolger der "alten Perser", die Gheber, die in Indien am Ganges zu finden seien, die "veteris Persarum religionis a Zoroastre emendatae tenacissimos affectao esse". Durch die Mohammedaner seien sie dann

²⁸ "Œuvres Complètes de Montesquieu", Voltaire Foundation, Oxford 2004, Brief LXV, S. 306-315.

²⁹ S. Hyde, XXII, S. 199.

³⁰ IX, S. 132-148.

³¹ Lib. II, Cap. III, S.143-189.

aus Persien "cum odio et persecutione" vertrieben worden, aber ihre Religion brachten sie mit nach Indien.³² Leider, so Brucker noch 1767, gäbe es keine überlieferten Werke.

VIII

Brucker sprach zu früh: 1771 erschien in Paris "Zend-Avest Ouvrage de Zoroastre ... traduit en François sur l'original Zend avec des Remarques": die seit 1759 erarbeitete Kenntnis und Übersetzung des erhaltenen Fragments der "Zend Avesta" aus dem Altiranischen. Dass Mendelssohn sich diese Fassung gleich verschaffte, steht fest. Ob Lessing 1771 die ursprüngliche Übersetzung des A. Hyacinthe d'Anquetil du Perron (1731-1805) oder die 1776 erschienene deutsche Fassung des Kieler Theologen und Platonübersetzers Joh. Friedrich Kleuker (1749-1827) kannte, ist ungewiss.

1742 waren von Brucker³³ die Religion des Zerdusht/Zardusht (arab. Zaradusht, gr. Zoroaster) und seine "Zendavesta" beschrieben worden.³⁴ Die deutsche Übersetzung von Bayles "Dictionaire" war zwar 1760 erschienen, aber Brucker sichtlich noch unbekannt. So stützt er sich auch auf Th. Hydes (1643-1713) Angaben in dessen "Historia religionis veterum Persarum" (1760). Wie die Hl. Schrift und der Koran sei diese Schrift aus dem Himmel vermittelt worden. Es gäbe Priester, die daraus an Festtagen vorläsen

Erst 1767, im Appendix S. 67ff., kommt Brucker lobend auf den Gelehrten zu sprechen, dem wir die Kenntnis und die Übertragung des Originaltexts verdanken: A. Hyacinthe Anquetil du Perron.

Dessen Suche begann 1756, als ihm in der Pariser Académie des Inscriptions zum ersten Mal altiranische Schriftzüge aus der Bodleiana unter die Augen kamen. Da er bereits an der Sorbonne, der Bibliothèque du Roi, wie aus Janse-nistischen Sammlungen in Auxerre und Holland über Kenntnisse des Arabi-schen, Persischen und Hebräischen verfügte, lockte es ihn, dieser unbekannten Sprache nachzugehen. Er hoffte in Indien eine Sanskrit-Übersetzung altiranischer Texte zu finden, musste nach dreimonatiger Seereise aber erkennen, dass hier nichts dergleichen die Flucht der Parsi überstanden hatte. Eine weitere, schwie-rige Reise nach Persien stand bevor, wobei das Entkommen aus der von den Engländern beherrschten Gangesgegend durch den Ausbruch des Siebenjähri-gen Krieges aufs äusserste gefährdet war. Gleichzeitig muss er aber dort auch buddhistischen Bettelmönchen begegnet sein.

³² Bruckers Quelle sind T. Hyde und R. Pocock: Vgl. die Literaturliste.

³³ Op. cit. S. 144 –152.

³⁴ Op. cit. S.152.

Erst im Mai 1758 erreichte er, erkrankt, über Land, Surat in Nordindien. Ein erster Priester, der ihm Zugang zur "Avesta" verschaffte, war ihm zu langsam, denn er musste ja darauf achten, sicher über den französischen Hafen bei Pondicherry nach Paris zurückkehren zu können. Zweieinhalb Jahre verbrachte er dann mit dem Oberpriester, Dastur Darab, mit dessen Hilfe er Einblick in die dortigen religiösen Gesetze und Zeremonien nehmen und sogar das Innere eines Feuertempels erleben konnte.

Auf der Rückreise wurden seine Manuskripte in England als Feindesgut beschlagnahmt, die er erst durch Vermittlung des Oxforder Professors des Arabischen, Hunt, zurückerlangen konnte. Im Mai 1762, volle sechs Jahre nach seinem Aufbruch in den Orient, erreichte er Paris. Dort veröffentlichte er zwischen 1762 und 1769 in der Académie des Inscriptions seine Berichte, die dann nach Kriegsende auch in der "Monthly Review" erschienen – und somit den Berlinern zugänglich wurden.

Fast zehn Jahre verbrachte Anquetil du Perron in Paris mit der Übertragung der "Zendavesta" ins Französische und der Erstellung eines dazu gehörigen Wörterbuchs. Erst 1771 also hatte man einen Einblick in das Zoroastertum und dessen Rituale. Nun wusste man, dass es wie im Buddhismus Mönchs-Orden gab, die die zugrundeliegenden Gesetze predigten und sich für Gerechtigkeit einsetzten. Unübersehbar eindeutig schien es, dass die Parsen im 18. Jahrhundert die ursprüngliche Tradition des Zoroaster bewahrten, auch wenn sie nicht mehr in Persien, sondern in Indien, "am Ganges", beheimatet waren.

Obwohl sich bei Lessing nur im "Theatralischen Nachlass"³⁵ im Fragment "Alkibiades in Persien" ein Bezug auf Zoroaster nachweisen lässt, ist dieser bedeutungsvoll für Al-Hafis Sehnsucht, "wahre Menschen" zu finden: "Auch Sokrates hat von diesem grossen Manne gehört und mir erzählt". – Während sich nun Lessings Suche nach dem wahren Glauben in den ersten 53 Paragraphen der "Erziehung des Menschengeschlechts" fortsetzt,³⁶ scheint sich in der Gestalt Al-Hafis und seiner Sehnsucht nach weiterer Lehre am Ganges das Vorhandensein einer vierten monotheistischen Religion zu Wort zu melden:

Introite, nam et heic Dii sunt.

³⁵ LM III, S. 406.

³⁶ Im Druck Ende April 1780.

Literatur zu Zoroaster

- ANQUETIL DU PERRON & A. HYACINTHE: « Zendavesta, ouvrage de Zoroaster, contenant les idées théologiques, physiques et morales de ce législateur ... traduit en françois sur l'Original Zend Avesta, avec des Remarques, et accompagnée de plusieurs traités ... » Paris 1771, 2 Bde. 4⁰. Deutsch: Joh. Friedr. Kleuker, Riga: Hartknoch, 1776/7.
- « Relations abrégée, in Journal des sçavans »: Jun./Jul. 1762, S. 474-500.
 - In "Gentleman's Magazine" 32 (1762), 373-7; 423-7; 526-30; 574-8; 611-14 (aus dem Bericht Anquetils vor der Académie des Inscriptions).
- BAYLE, P.: «Dictionnaire historique et critique », Rotterdam 1697. Deutsch:1741 (vgl. Artikel in Bd. IV zu 'Zoroaster').
- BOYCE, M.: "A Persian Stronghold of Zoroastrianism", Oxford 1977.
- "Zoroastrians Their Religious Beliefs & Practices", London 1979.
 - "Textual Sources for the Study of Zoroastrianism", Manchester 1984.
- BRUCKER, J.: "Historia Critica Philosophiae", Leipzig: B. C. Breitkopf 1742. Bd II (Orient), I.1, Kap 3, S. 400-418, I.2, Kap. 3, S.59-88 : De Philosophia Persarum.
- CARDONNE, D. D.: «Mélanges de littérature orientale », Paris 1770.
- CHARDIN, J. C. (1643-1713): « Journal du voyage du Chevalier Chardin en Perse et aux Indes Orientales ». London 1686 (eigentlich A'dam) Lyon 1687. 2. Teil A'dam 1711: Jean Louis de Lorme (Description de la Religion. S. 142-448). S.7: Es gibt nur einen Gott (sonst nur über: Reinigung durch Wasser; Gebete, Fasten, Pilgerfahrten, Mirakel), vgl. JubA 6.2, S. 181 & 341: "Der Juwelier Chardin, der wie Plato gereiset ist, hat von Persien alles gesagt, was man hat verlangen können" (MM zu Rousseau, Anm. X).
- "A new and accurate Description of Persia & Other Eastern Nations", 2 Bd. London 1724, ²1735.
- FIRBY, N. K.: "European travellers and their perception of Zoroastrians in the 17th & 18th centuries", Berlin 1988 (vgl. S. 57-68).
- HARMAR, TH. (übs. Joh. Ernst Faber [bis 1740]): "Beobachtungen über den Orient," Hamburg: Joh. Carl Bohn 1772-5, 2 Bde.
- D'HERBELOT, B. (1625-1695): "Bibliothèque orientale ou Dictionnaire Universel, contenant tout ce qui fait connoître les Peuples de l'Orient, Leurs Histoire et Tradition tant fabuleuses que véritables. Leurs religions et leurs sectes. » J.Neaulme & N. van Daalen, Haye 1777. 4 Bde. [Gheber, Guebre, Bd. 2, 113 Pers. Anhänger des Zoroaster Feuer Anhänger. Parsi: Bd. 3, 94 Alt Perser, Feuerbewunderer. Nach Indien geflohen als Schah Abbas die alten Feuertempel niederreißen liess.]
- HINNELLS, J. B.: "Zoroastrians and the Parsis", London 1981.

- HYDE, TH. (1643-1713): "Historia Religionis veterum Persarum", Oxford 1700 (ZOROASTER, Sect. XXIV, S. 307: Zerdushti seu Zoroastris vita; Sect. XXV, 331: Operum Zerdushti generale nomen explicatum; Sect XXVI 337-42 : De Zerdushti particularibus Libris, et de Lingua 7 Literis quibus scripti sunt).
- ²1760 (ed. THOMAS HUNT (1696-1774) [Anquetil wirft ihm vor, muslimische Quellen benutzt zu haben].
- JABLONSKI, P. E. (1693-1757): "Pantheon Aegyptiorum sive de diis eorum commentarius." 3 Bde., 1750-1752.
- Koran: "Die türkische Bibel oder des Korans allererste teutsche Uebersetzung aus der Arabischen Urschrift" : M. David Friederich Megerlin, Frankfurt/M., Joh. Gottlieb Garbe 1772.
- MIRZA, H.D.K.: "Outlines of Parsi History", Bombay 1974.
- MONTESQUIEU & C. SECONDAT DE : "Lettres Persanes", Amsterdam 1721, Brief 65.
- De l'Esprit des Lois, Genf 1748, Buch **23** und **24**.
- POCOCKE, R.: "A description of the East, London: Selbstverlag, 1743-45.
- TOURNIER, J.-B.: « Les 6 voyages en Turquie, en Perse et aux Indes », Paris 1679.
- VOLTAIRE (1694-1778): Lettres philosophiques (1734).
- « Les Guèbres ou la Tolérance » (1768).
- Hrsg. Renwick, J.: « Edition critique des oeuvres complètes de Voltaire », Bd. **66**. (1999).

**FEIERLICHE JAHRESVERSAMMLUNG
7. MAI 2004
ÖFFENTLICHE WISSENSCHAFTLICHE VORTRÄGE**

Ist Mobilität finanzierbar?*

PROF. DR. REINHART KÜHNE

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Verkehrsforschung
Rutherfordstraße 2, D-12489 Berlin

Einleitung

Die nebenstehende Abbildung zeigt einen Blick auf die Erde bei Nacht. Dank moderner Satellitentechnik gelingt ein Blick auf die gesamte Erde, die Wolken sind weggeschoben und die erleuchteten Städte und Regionen zeigen eindrucksvoll die Verteilung menschlicher Aktivität und wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit.



Abb. 1: Die Erde bei Nacht von Satelliten aus gesehen;
Quelle: <http://solarsystem.dlr.de/RPIF/erde34.shtml>

Afrika liegt im Dunkeln. Die Wiege der Menschheit wurde aufgegeben. Mittlerweile lebt die Menschheit in den großen Zentren entlang der Küste, an den großen Flussmündungen. Zunächst wurde Europa, Asien, mit Indien und China besie-

* Vortrag gehalten beim Kolloquium anlässlich der Jahresversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft am 07. Mai 2004.

delt. Vor 50.000 Jahren dann Australien und vor 15.000 Jahren Amerika. Das Bild zeigt eindrucksvoll die Mobilität, die vor über 60.000 Jahren eingesetzt hat. Zu Fuß, zu Pferd und vor allem per Schiff erfolgte der Aufbruch. Segelschiffe stehen für die Ursprünge der von Menschen benutzter technischer Hilfsmittel. Mit der Erfindung des Rads vor 6.000 Jahren erfolgte ein erster Technologiesprung. Schließlich ist mit den neu entstandenen Verkehrstechniken wie der Dampfmaschine, des Verbrennungsmotors und des Flugzeugs, ein riesiger Mobilitätsschub angestoßen worden. Diese Ausweitung menschlicher Aktivität stützt sich auf ein Verkehrssystem das außer auf den Verkehrsmitteln vor allem auf den Verkehrsnetzen beruht. Es ist ein weltumspannendes immer umfassender und wertvolleres System und die Frage heißt: Ist unsere heutige Mobilität noch finanzierbar?

Die Überlegungen zur Finanzierung unserer Mobilität sollen anhand von drei Thesen erläutert werden.

These 1: Die einzige Grenze der Mobilität ist die wohlfahrtsabhängig sinkende Akzeptanz der Nebenfolgen des Verkehrs

Durchschnittlich wendet ein Bundesbürger 82 min/Tag für außerhäusliche Verkehrsaktivität auf und es spricht viel für die Annahme, dass diese rund 1,5 Stunden ein über Jahrhunderte konstantes Mobilitätsbudget darstellen. Wir werten gerade Alltagsliteratur aus der Zeit von Goethe – also vor Erfindung der Dampfmaschine – aus und die Arbeiten belegen diese Annahme vom konstanten Zeitbudget.

Eine Tagesreise in der Zeit vor Erfindung der Dampfmaschine mit dem seinerzeit schnellsten Verkehrsmittel dem schnellen Pferdewagen und dem Segelschiff

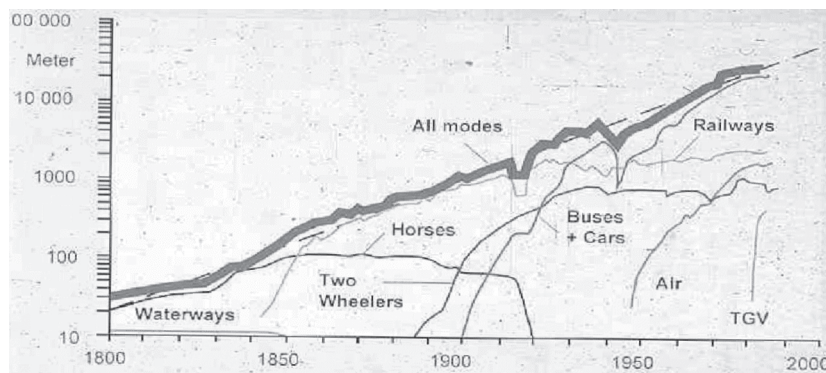


Abb.2: Strecke einer Tagesreise nach Verkehrsträgern;
D. Sperling, Mobility Development University of California at Davis, 2000

auf Binnen- oder Seegewässern, ermöglichte die Überwindung von etwa 30 km. Mit Erfindung der Dampfmaschine hat sich die Strecke einer Tagesreise in den darauf folgenden 50 Jahren verzehnfacht und das exponentielle Wachstum hat sich seitdem fortgesetzt. Hochgeschwindigkeitszüge, Großraumflugzeuge – kurz die modernen Verkehrsträger erlauben heute die Überwindung von Distanzen in einer Tagesreise von deutlich über 10 000 km. Das exponentielle Wachstum der vergangenen 200 Jahre insinuiert, dass die Distanzen weiter zunehmen.

Interessant ist, wenn man die Verkehrsleistungen der hauptsächlichen Verkehrsträger, nämlich Schiene und Straße, in Relation zum Bruttoinlandsprodukt aufträgt, dass die Leistungskilometer je Bruttoinlandsprodukt relativ abnehmen. Für Deutschland war der Höhepunkt der Eisenbahn im Jahr 1910, der Höhepunkt beim Kraftfahrzeug im Jahr 1980.

Das heißt: der Höhepunkt der erbrachten Verkehrsleistung und der Beitrag zum Wachstum für das Bruttoinlandsprodukt ist für den Verkehrsträger Schiene schon lange und für den Verkehrsträger Kraftfahrzeug jüngst überschritten. Vor allem die Güterverkehrsleistung steigt weiter an – die Stagnation in den Jahren 2000 bis 2002 ist wohl eher als eine konjunkturbedingte Delle als ein genereller Trend zu deuten – aber schwächer als das Bruttoinlandsprodukt.

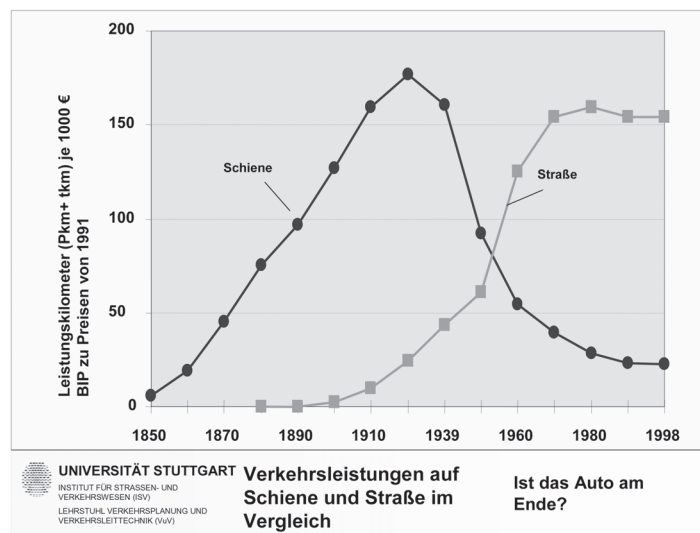


Abb. 3: Verkehrsleistung auf Schiene und Straße im Vergleich;
(Quelle: Diekmann, Prof. Dr. Achim: Verkehrssysteme im Wandel, Vortrag
anlässlich des Symposiums Stadt und Verkehr 10./11. Juni 1999 in Stuttgart)

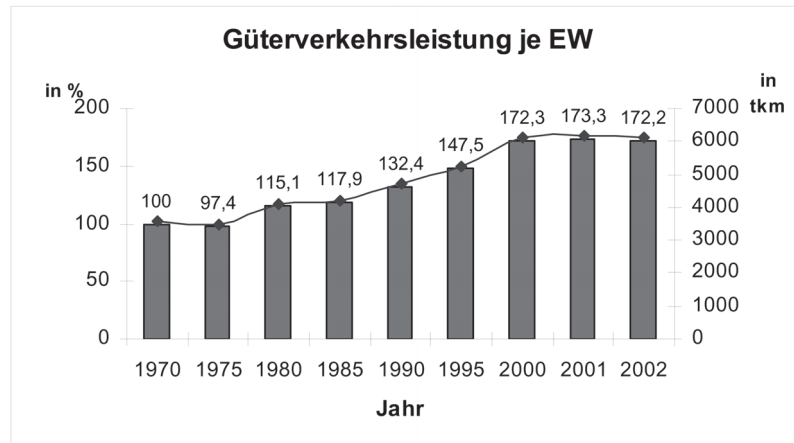


Abb 4: Güterverkehrsleistung in Deutschland; Quelle: Verkehr in Zahlen 2003/2004 (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen [Hrsg.], 31. Jahrgang, eigene Berechnungen)

Die Ausgaben privater Haushalte für Verkehrsaktivitäten steigen nur noch in dem Maße wie die Haushaltseinkommen steigen. Der Anteil an den Konsumausgaben ist ziemlich konstant bei 14%.

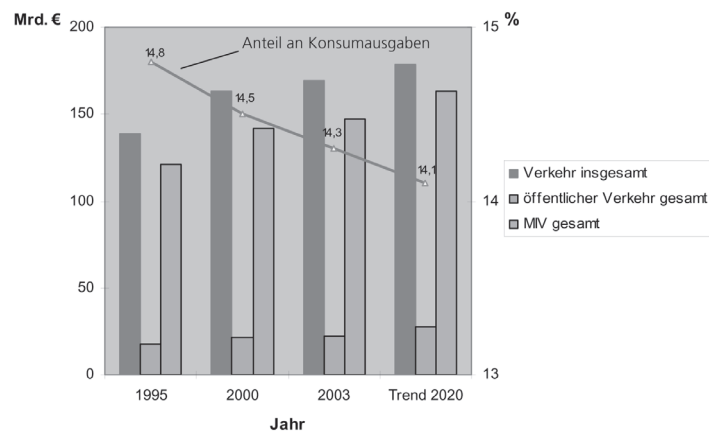


Abb. 5: Konsumausgaben für Verkehr;
(Quelle: Stat. Bundesamt Fachserie 18, Reihe 1.2, 2003)

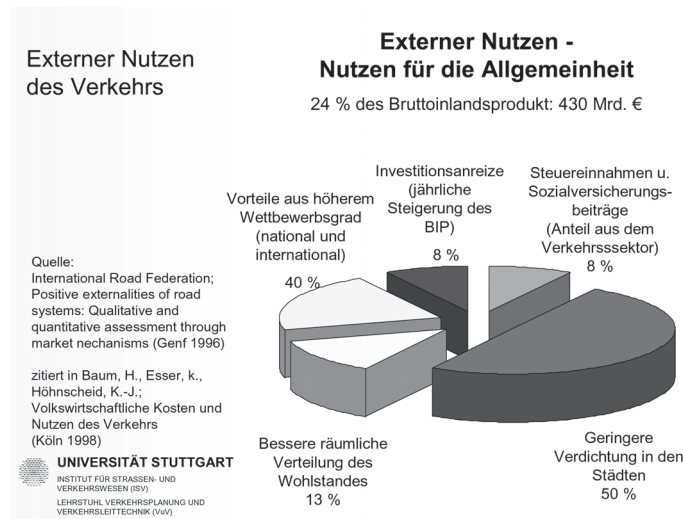


Abb. 6: Externe Nutzen des Verkehrs;
Baum, H.; Esser, K.; Höhnscheid, K.-J.: Volkswirtschaftliche Kosten und Nutzen des Verkehrs, Köln 1998

Nichts spricht also gegen ein weiteres Wachstum im Verkehr, wenn auch die eigentlichen Wachstumsmotoren auf Informations- und Kommunikationstechniken übergegangen sind. Die Gründe für das Wachstum sind ganz offensichtlich die Nutzen des Verkehrs, die bei weitem die Kosten überwiegen. Neben den internen Nutzen, nämlich den Nutzen des Verkehrs für die Verkehrsteilnehmer direkt entstehen große externe Nutzen durch den Verkehr, die etwa ein Viertel des Bruttoinlandsprodukts rund 430 Mrd. € ausmachen.

Diese Nutzen sind Vorteile aus höherem Wettbewerbsgrad, der durch Ausnutzen von Lagegunst, Know-how und Arbeitsteiligkeit entsteht. Weitere externe Nutzen sind Investitionsanreize, die mit der Verkehrserschließung verbunden sind und die zu zusätzlicher wirtschaftlicher Aktivität führen, sowie verkehrsbedingte höhere Einnahmen als induzierte Steuereinnahmen und Sozialversicherungsbeiträge. Schließlich sind die verbesserte räumliche Verteilung des Wohlstands aber auch des Zugangs zu Bildungs- und Ausbildungseinrichtungen und die geringere Verdichtung der Städte durch die Erschließungsmöglichkeiten, die der Verkehr eröffnet die großen Nutzenbrocken für die Allgemeinheit. Demgegenüber belaufen sich die Kosten durch Zersiedlung und Trennwirkung, durch Umweltbelastung und Unfälle auf rund ein Fünftel der Kosten.

Selbst, wenn diese Kosten-Nutzen-Verhältnisse, die aus der Übertragung einer entsprechenden Untersuchung aus Frankreich auf Deutschland stammen in ihrer Quantität angezweifelt werden, so ist in jedem Fall richtig, dass der Nutzen

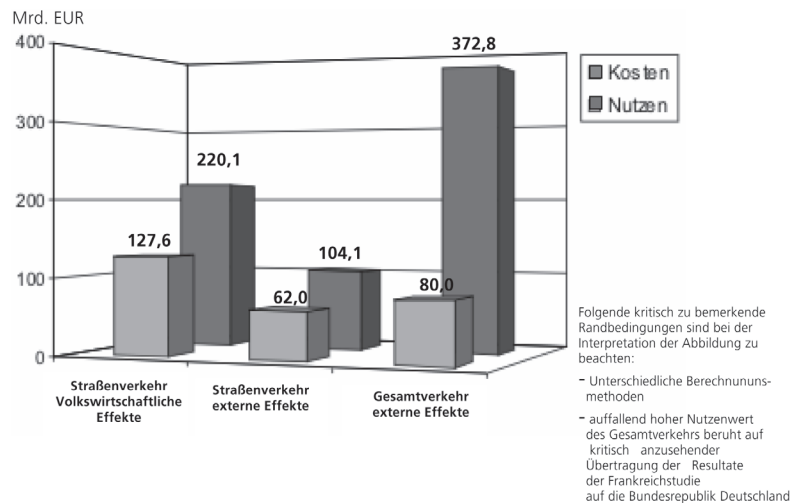


Abb. 7: Vergleich der Kosten und Nutzen des Verkehrs;
(Quelle: Baum, Esser, u.a. Volkswirtschaftliche Kosten und Nutzen des Verkehrs, Köln 1998)

durch den Verkehr intern und extern bei weitem die Kosten überwiegt. Aber genau da auch setzt die einzige Grenze für ein weiteres Wachstum des Verkehrs ein. Nicht die unmittelbar zu Buche schlagenden Kosten des Verkehrs, sondern die interessanterweise wohlfahrtsabhängig empfundene Belästigung durch den Verkehr führt zu einer Einschränkung. Was ist der heutige Verkehrsteilnehmer als Einschränkungen alles ganz selbstverständlich gewohnt? Parkgebühren von 20 € und mehr, etwa an Flughäfen pro Tag, die völlige Zurückdrängung des Autoverkehrs aus den Innenbereichen der Städte, die Einhausung in Lärmschutzwände während die ersten Autobahnen insbesondere die A8 noch zur Landschaftserschließung entworfen wurden. Es lässt sich vieles aufzeigen, um zu belegen, dass der Fortschritt nicht mehr gleichbedeutend ist mit Verkehr und Verkehrswachstum. Es sind die in den hoch entwickelten Ländern stärker als in den Schwellen- und Entwicklungsländern empfundenen Belästigungen, die die eigentliche Grenze des Wachstums darstellen, nicht finanzielle Engpässe. Gerade die an das Auto geknüpfte Aufbruchstimmung in China und der dort ungebrochenen Fortschrittsglaube zeigt, dass die Unterschiede vor allem wohlfahrtsabhängig begründet werden können.

These 2: Die Technik verwandelt sich vom Prothesenpark und Produktemsemble zu einer umfassenden, vollständig vernetzten künstlichen intelligenten Umwelt

Betrachtet man den Aufstieg und Fall der einzelnen Verkehrstechnologien so fällt auf, dass die mit den einzelnen Verkehrsmitteln verbundenen Techniken vor allem auf die Kompensation unzulänglicher menschlicher Fähigkeiten und unzulänglicher natürlicher Ausstattungen zurückzuführen sind.

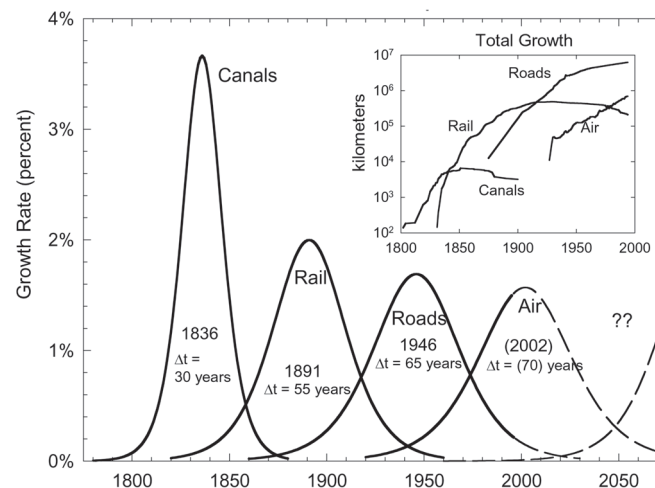


Abb. 8: Growth of the US Transport Infrastructure;
(Source: Arnulf Grubler, The Rise and Fall of Infrastructure, 1990)

Die verschiedenen Verkehrstechnologien, die die bisherigen Mobilitätsaktivitäten garantiert haben, stehen für Prothesen. Der Mensch ersetzt seine unzulänglichen Fähigkeiten sich im Wasser zu bewegen durch das Boot: langsame Schwimmfortbewegung und geringe Ausdauer werden durch die Prothese Segelboot kompensiert. Die Dampfmaschine und mit ihr die Eisenbahn ersetzt die geringen menschlichen Kräfte und die Schiene stellt ein nahezu reibungsfreies Verkehrsnetz dar. Der Verbrennungsmotor und das individuelle Kraftfahrzeug steigert als Prothese die eigene Kraft und Geschwindigkeit und schließlich ermöglicht das Flugzeug als Flugprothese das Bewegen in den Lüften. Immer aber sind diese Verkehrsmittel Produktemsembles d.h. sie sind Prothese für einzelne Unzulänglichkeiten. Sie bergen aber schon den Charakter von Netzen und diese Vernetzung nimmt zu.

Trends der vernetzten Geräte

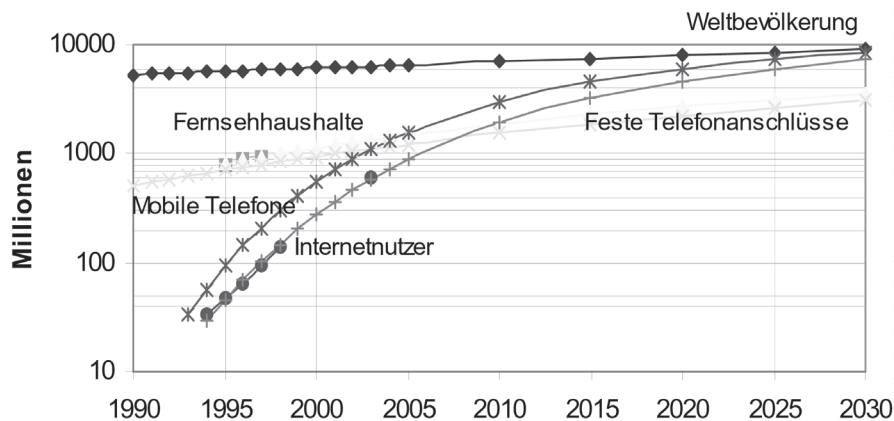


Abb. 9: Trends der vernetzten Geräte

Die Abbildung 9 zeigt die Trends der vernetzten Geräte, d. h. die Technik entwickelt sich vom Prothesenpark und Produktensemble immer mehr zu einer vollkommen vernetzten Umwelt. Dort wo Netze bestimmend sind entfällt das Zentrum, jeder Ort wird gleich wichtig. Während im Altertum alle Wege nach Rom, auf ein Zentrum führten, ist nun die globale Stadt, manchmal auch das globale Dorf die Folge der Technik. Wie diese Netze, die uns umgeben zur Sehnsucht der Mobilen, pünktlich und rasch überall zu sein, unterstützen zeigt ein Blick auf das äußerst beliebte TV-Melodram „Klinik unter Palmen“. Nicht nur, dass diese Arzt- und Liebesgeschichte uns ferne Strände näher bringt und die Sehnsucht auch dort in angenehmer Umgebung sich selbst aufzuhalten stützt, sie deutet auch auf unterschwellige Weise die Globalisierung von Dienstleistungen an. Medizinische Versorgung, die bisher ausschließlich am jeweiligen Ort erbracht werden konnte, entwickelt sich als universale Dienstleistung mit der Folge, dass medizinische Dienste in fremder Umgebung ggf. sogar preisgünstiger als in Deutschland erbracht werden können. Es bietet sich an auch weite Fahrten zur medizinischen Versorgung zu unternehmen.

Die Tatsache, dass dieses TV-Melodram in Deutschland etwa 5,5 Millionen Zuschauer erreicht und damit die Sehnsucht vieler, exotische Strände aufzusuchen, bestärkt sowie auf die Möglichkeit der preisgünstigen medizinischen Versorgung außerhalb, nicht vor Ort hinweist, ist Beleg für einen neuen Schub an Mobilität. Wir beobachten eine steigende Nachfrage an Tourismusangeboten auch in Zeiten wirtschaftlicher Stagnation.



Abb. 10: Klinik unter Palmen

Die Verschmelzung von Kommunikationsnetzen und Verkehrsnetzen lässt sich eindrucksvoll an den neuen Formen des elektronischen Handels, des Buchens von Reisen über das Internet zeigen. Demnächst werden 50% aller Flugtickets oder noch mehr aller Last-Minute-Angebote über das Internet gebucht.

Es entspricht einer Verlagerung der Wertschöpfungskette im Verkehr zum Endverbraucher hin. Die Kombination von Last-Minute-Flügen mit klassischen Tei-

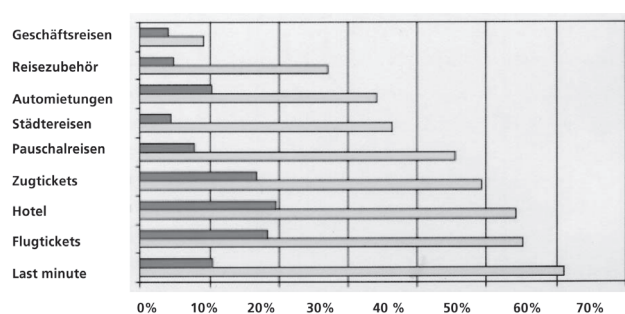


Abb. 11: Buchen von Reisen auf Reise-Websites;

(Source: Fittkau und Maas, 2002, in: Dr. Peter Zimmermann, Auswirkungen neuer Informations- und Kommunikationstechniken auf Verkehrsaufkommen und innovative Arbeitsplätze im Verkehrsbereich, Statusbericht 2002, i. A. des BMVBW)

len eines Reisekomplettangebots wie Unterkunft, Stadtverkehr, Stadtrundfahrten, kulturelle und historische Ausflüge schafft neue Nachfrage durch den einfachen Zugang und lässt ein weiteres Wachstum in diesem Mobilitätsbereich erwarten. Möglich ist dies durch eine ganz neue Form der Ausprägung der Technik, nämlich der intelligenten Umwelt, die mehr ist als nur ein Produktensemble sondern eine komplette Vernetzung.

These 3: Der demographische Wandel und die Probleme der öffentlichen Haushalte führen für die Verkehrsnetze zu einer Paradigmenverschiebung vom Bau zum Betrieb

Die Treiber für das Mobilitätswachstum nämlich die mit der Mobilität verbundenen externen Nutzen und die Produktivitätsfortschritte durch die Entwicklung der Technik hin zu einer intelligenten vernetzten Umwelt, haben zur Folge, dass die Investitionen in die Straßeninfrastruktur in den nächsten Jahren erhöht werden müssen. Dieser Notwendigkeit stehen aber keine höheren Steuereinnahmen gegenüber, wenn die Steuerlast nicht drastisch angehoben werden soll, denn die demographische Entwicklung führt dazu, dass die Einwohnerzahl sinkt. Für Deutschland werden für das Jahr 2050 nur noch 60 Millionen Einwohner vorausgesagt und der Anteil der über 75jährigen sich bis 2050 gegenüber heute verdoppeln. In wirtschaftlich unattraktiven Regionen wird der demographische Trend durch den Fortzug jüngerer Menschen noch verstärkt. Für die Bereitstellung öffentlicher Infrastruktur müssen diese Trends bereits heute berücksichtigt werden.

Abbildung 12 zeigt die Bevölkerungsdynamik zwischen 1997 und 2015 und belegt eindrucksvoll, dass sich ein Gürtel mit einer dramatischen Bevölkerungsabnahme mitten durch Deutschland zieht. Die Ausdünnung ist keineswegs nur auf Ostdeutschland mit berühmtberühmten Regionen wie Frankfurt/ Oder begrenzt. Auch in Westdeutschland insbesondere in wirtschaftlich unattraktiven Regionen am Rande des Ruhrgebiets und im Saarland ist mit einem deutlichen Bevölkerungsschwund zu rechnen.

Mit der demographischen Entwicklung könnten sich die Finanzierungslasten der öffentlichen Infrastruktur merklich erhöhen. Deshalb reagiert die klamme öffentliche Hand mit einer verstärkten Privatfinanzierung und der Anwendung von Betreibermodellen für Verkehrsprojekte.

Das Bild zeigt als erste privatfinanzierte Verkehrsmaßnahme die Warnow-Querung mit einem Gesamtkostenumfang von 225 Mio. Euro. Die Maut beträgt 2,50 € für den Pkw. Geplant ist, dass sich dieses Projekt in dreißig Jahren amortisiert bei einem prognostizierten Verkehrsaufkommen von 32 000 Fahrzeugen pro Tag. Seit der Inbetriebnahme im September 2003 hat sich die prognostizierte Verkehrsstärke noch nicht eingestellt, sie liegt derzeit bei einem

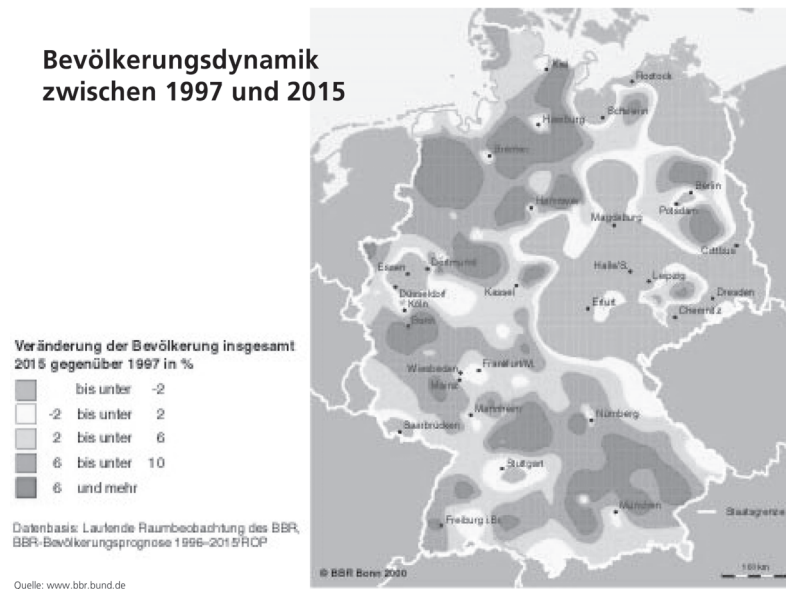


Abb. 12: Bevölkerungsdynamik zwischen 1997 und 2015; (Quelle: www.bbr.bund.de)



**Warnowquerung in Rostock
als erste privat
finanzierte Verkehrsmaßnahme**

**Inbetriebnahme:
12. September, 2003**

Gesamtkosten: 225 Mio. €

prognostizierte Verkehrsmengen:
32 000 Kfz/ Tag

heutige Verkehrsmengen:
8 000 Kfz/ Tag

Gebühren (ab 15.06.04):
Pkw: 2,50 €; Lkw: 12,50...17,50 €

Amortisationszeit: 30 Jahre (geplant)

Quelle: Ostsee-Zeitung



Abb. 13: Warnowquerung in Rostock; (Quelle: Ostsee Zeitung)

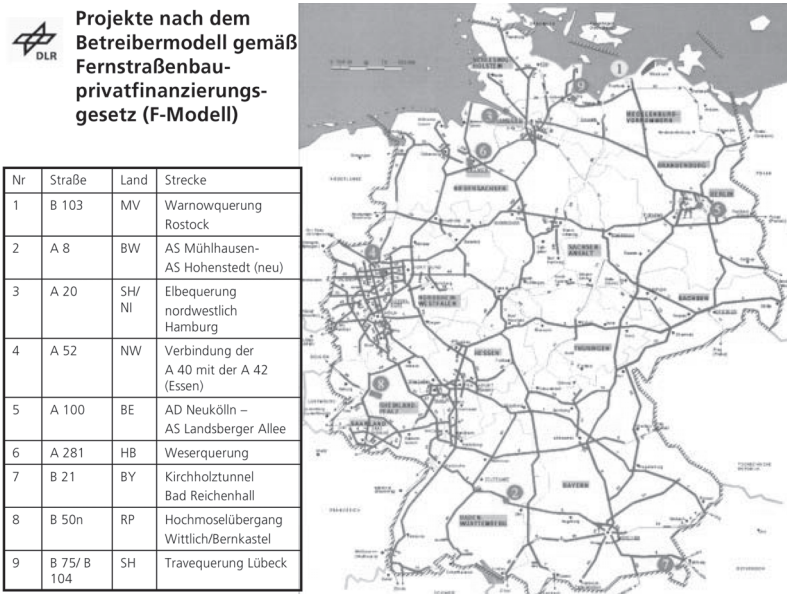


Abb. 14: Projekte nach dem Betreibermodell gemäß Fernstraßenbauprivatfinanzierungsgesetz

Viertel des prognostizierten Wertes – was die Amortisationszeit bedeutend hinausschiebt. Die Warnow-Querung ist eines von 9 privatfinanzierten Projekten, die das Verkehrsministerium in den nächsten Jahren vorbereitet und initiiert.

Der Alaufstieg und weitere Fußquerungen ähnlich wie die Warnow-Querung sind als nächstes angedacht. (vgl. Abb. 14) Die Weltstraßenvereinigung PIARC hat die weltweit privat finanzierten Infrastrukturprojekte untersucht.

Davon stellen die Verkehrsprojekte nur knapp ein Fünftel. (vgl. Abb. 15) Energieversorgung und Telekommunikationsprojekte sind mit Abstand die größten privat finanzierten Infrastrukturprojekte. Offensichtlich versprechen diese Projekte eine weit höhere Rendite als die Verkehrsprojekte, wie die bescheidene Bilanz etwa des Projekts der Warnow Querung deutlich macht.

Ganz neue Wege geht das mit mittlerweile 53 Milliarden Euro verschuldete Berlin. Dort werden sogar die Ampeln demnächst privat betrieben. Im Februar 2004 veröffentlichte die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Verkehr eine Ausschreibung für die Generalübernahme für das Management von Planung, Bau, Betrieb, Wartung und Instandhaltung der Ampeln und der Verkehrssteuerung in Berlin. (vgl. Abb. 16)

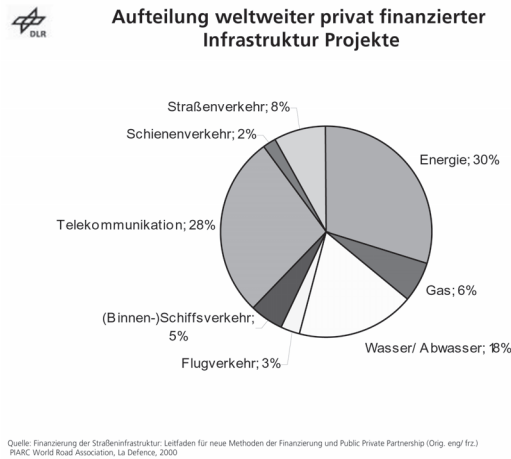


Abb. 15: Aufteilung weltweiter privatfinanzierter Infrastrukturprojekte;
(Quelle: Finanzierung der Straßeninfrastruktur: Leitfaden für neue Methoden
der Finanzierung und Public Private Partnership (Orig. eng/ frz.)
PIARC World Road Association, La Defence, 2000)

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
Planen Bauen Wohnen Umwelt Verkehr

 **Berlin**
Feb. 2004

Generalübernehmer für das Management von Planung, Bau, Betrieb und Wartung Instandhaltung der Lichtsignalanlagen und Verkehrssteuerung in Berlin

Das Land Berlin beabsichtigt, die Aufgaben der Verwaltung für die Planung, den Bau, den Betrieb und die Instandhaltung/ Wartung der Lichtsignalisierung und Verkehrssteuerung privatisieren. Hierzu ist ein Betriebsführungsmodell der Lichtsignalisierung durch ein privates Unternehmen als Generalübernehmer vorgesehen, der die verkehrspolitischen Vorgaben umsetzt sowie das Management der Projekte und die Steuerung externer Dienstleister wahrnimmt. Dies umfasst Planung, Bau, Betrieb und Wartung/ Instandhaltung der Lichtsignalanlageninfrastruktur (LSA-Infrastruktur) im Rahmen des bestehenden Systems und dessen Erweiterung während der Laufzeit.

Haushaltsmittel bisher (Mio €)

	2000	2001
Betrieb und Instandhaltung	10,8	9,6
Investitionsmittel	7,0	6,0
ÖPNV Mittel	4,0	6,5

Abb. 16: Ausschreibung Senat für Stadtentwicklung Berlin, Feb. 2004

Für den Betrieb und die Instandhaltung wurden bisher rund 10 Millionen Euro ausgegeben, hinzukommen Investitionsmittel von rund 7 Millionen und 4 Millionen für Maßnahmen der ÖV-Beschleunigung. Alles in allem rund 20 Millionen jedes Jahr. Diese 20 Millionen Euro sollen langfristig durch ein Betreibermodell eingespart werden, das vor allem dadurch schmackhaft gemacht wird, dass die Gewinne durch Produktivitätsfortschritte von dem privaten Betreiber einbehalten werden dürfen.

Privatfinanzierung ist sicher nicht die Lösung zur Reduktion der Finanzierungslasten für die öffentliche Infrastruktur. Ein Teil der Lösung liegt in einer Verstärkung der Verkehrsmanagementsysteme. Wie die folgenden Beispiele belegen, kommt man damit durchaus zu einem Leistungsumfang, was die Aktivierung der Reserven anlangt, der Infrastrukturmaßnahmen gleich kommt. Zunächst aber soll ein Beitrag gezeigt werden, der sich mit dem Verkehrswegebau bei Ameisen beschäftigt. Die Ameisen sind sehr lehrreiche Tierchen. Eine Ameisenkolonie besteht etwa aus einer halben Million Ameisen. Insgesamt gibt es auf der Erde 10^{15} Ameisen, die insgesamt genauso viel wiegen wie die Menschheit. Ameisen sind überall anzutreffen. Sie haben eine so genannte Schwarmintelligenz, kommunizieren über Duftstoffe, mit denen sie ihren Weg markieren und über diese Duftstoffe ihre Artgenossen von Futterquellen informieren. Die im Beitrag gezeigte Wanderameise zieht als gesamte Kolonie im Schutze der Nacht zu neuen Futterplätzen. Es ist sehr interessant zu vergleichen wie groß der Investitionsaufwand für den Verkehrswegebau im Vergleich etwa zu den Menschen ist. (vgl. Abb. 17)

Aufwand Verkehrswegebau			
in Deutschland Mrd. €			bei einer Ameisenkolonie Mio. Ameisenstunden/ Jahr
Bruttoinlandsprodukt			Gesamtarbeitszeit
1995	2000	2002	4000
1700	1800	1830	
Straßeninvestitionen (Ausbau, Erneuerung und Betrieb Bund, Länder, Gemeinden)			Arbeitszeit für Verkehrswege
1995	2000	2002	0,22
27	32	33	
~ 16‰ des BIP			~ 0,06‰
davon Betriebsausgaben			
1995	2000	2002	
8	9	9	

Abb. 17: Aufwand Verkehrswegebau;
(Quelle: B. Hölldobler, E.O.Wilson, Ameisen, Birkhäuser Verlag Basel 1995)

Von den rund 4.000 Millionen Ameisenstunden eines Jahres verwendet eine Ameisenkolonie nur etwa 220.000 Ameisenstunden für den Verkehrswegebau - das sind ganze 0,06‰, während in Deutschland von Bruttoinlandsprodukt von ca. 2.000 Milliarden Euro, 16‰ das sind 33 Milliarden Euro bei Bund, Ländern und Gemeinden für den Verkehrswegebau ausgegeben wird. Der Beitrag der Ameisen zeigt aber auch ganz deutlich, dass die Ameisen wenig Aufwand in den eigentlichen Wegebau und dafür viel Aufwand in die Beseitigung von Störungen, das Freiräumen und den Wegtransport aller Art von Hindernissen investieren. Diese Anregung kann genutzt werden, die mit dem Verkehrswachstum verbundenen Investitionen gering zu halten und damit trotzdem die Mobilität finanzierbar zu machen.

Mit rund 500.000 Unfällen und 300.000 Pannen ist das Verkehrssystem in der Bundesrepublik durch häufige Störungen gekennzeichnet.

Die Unfälle entsprechen zwar etwa einer Quote von 1,2 Unfällen pro 1 Million Fahrzeugkilometer. Bei der hohen Fahrleistung allerdings wirken sich die Unfälle auf die Reduktion der Leistungsfähigkeit des Verkehrssystems nachhaltig aus. Hinzukommen Tagesbaustellen etwa auf Autobahnen, die für 25% aller Staus verantwortlich sind. Etwa 6% des gesamten Autobahnnetzes ist ständig mit Dauerbaustellen überzogen.

Straßenverkehrsunfälle in 1000	2000	2002
mit Personenschaden	382,9	362,1
Getötete	6,8	6,2
mit schwerem Sachschaden	133,3	129,8
Σ	516,2	491,9
Jahresfahrleistung 2000	405.4 Mrd. Fzkm (davon Pkw 338.7 Mrd. Fzkm)	

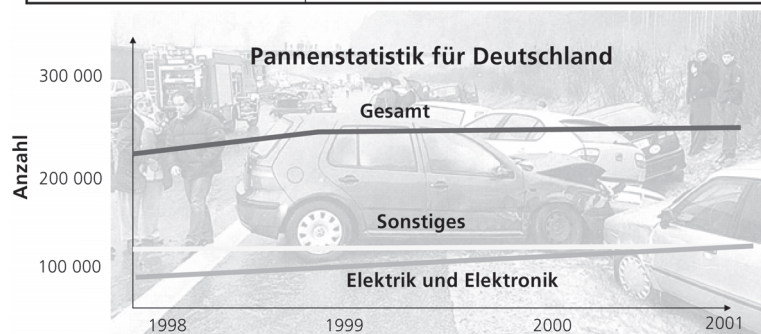


Abb. 18: Unfälle; Pannenstatistik für Deutschland;
(Quelle: Verkehr in Zahlen, ADAC)

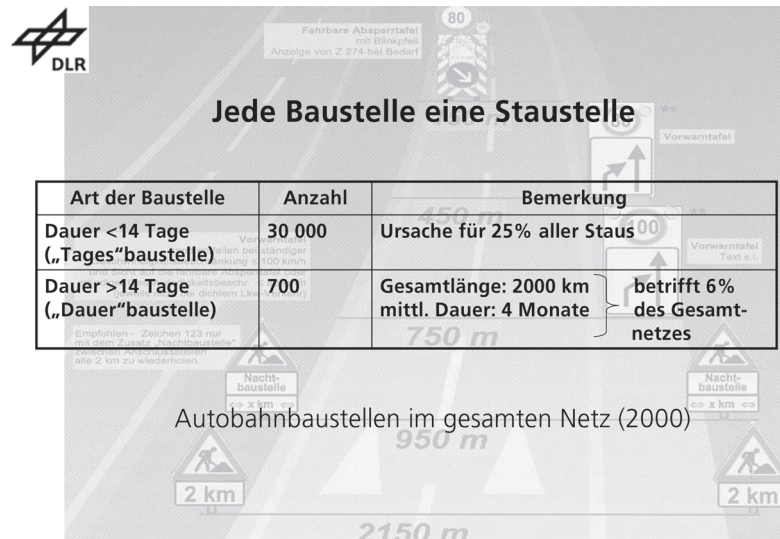


Abb. 19: Jede Baustelle eine Staustelle;
(Quelle: A. Klein, A. Norkauer, R. Hess: Arbeitsstellen kürzerer Dauer,
Straßenverkehrstechnik Heft 4, 2004)

Die Zahl der Schwertransporte, wie eine Untersuchung aus Bayern zeigt hat deutlich zugenommen und die Zahl weiterer Einschränkungen durch Störungen des Verkehrssystems sind Legende. Die Störfallfolgen sind dramatisch: 1 Minute Blockierung durch einen Unfall erzeugt 5 Minuten Blockierung als Folge. Dies liegt unter anderem daran, dass eine Fahrstreifenreduktion auf einer 3-spurigen Autobahn um einen Fahrstreifen nicht etwa eine Leistungsfähigkeitsreduktion um rechnerische 33% sondern tatsächlich um 48% bewirkt als Folge hat der Ablenkung der Fahrer durch den Störfall und die störfallbedingten Einschränkungen. Noch dramatischer sind diese Auswirkungen bei einer zweispurigen Straße.

In einer Musteruntersuchung für das Ruhrgebiet [vgl. Lit. 4] sind die Maßnahmen von verbessertem Störfallmanagement aufgelistet, die etwa darin bestehen, dass alle 10 km Havariedienste postiert sind, dass die Meldekette verkürzt wird und die Unfallbeseitigung beschleunigt wird.

Allein mit diesen einfachen Maßnahmen im Bereich der schnellen Unfallbeseitigung konnten die ursprüngliche Verteilung der Störungsdauer zwischen 50 und 30 Minuten um 16% reduziert werden. Der Störfallmanagementkatalog kann leicht erweitert werden etwa durch besser ausgebaute Pannendienste, durch verbessertes Baustellenmanagement sowie durch Maßnahmen zur schnellen



Störfallfolgen und verbessertes Störfallmanagement

1 Minute Blockierung erzeugt 5 Minuten als Folge Fahrstreifenreduktion an einem
 Fahrstreifen 3spurige Straße: 48%
 2spurige Straße: 70%

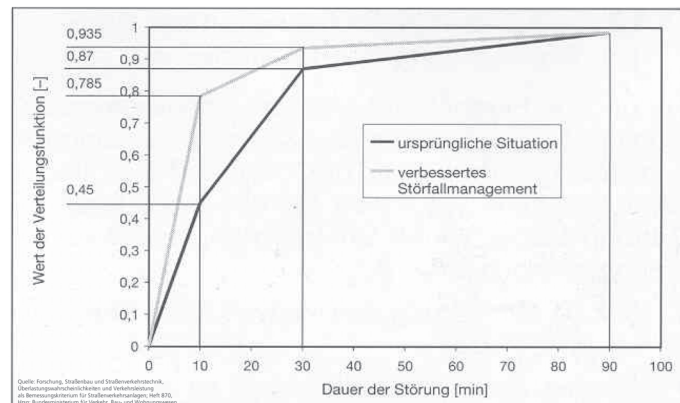


Abb. 20: Störfallfolgen und verbessertes Störfallmanagement;
 (Quelle: Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Überlastungswahrscheinlichkeiten und Verkehrsleistung als Bemessungskriterium für Straßenverkehrsanlagen; Heft 870, Hrsg: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen)

Havarieräumung mit omnipräsenten Havariekommissaren und mit einer Neuorganisation von Schwertransporten. Ergänzt man noch ein verbessertes Management von Wettereinwirkungen wie Winterdienst, Wetterwarnung und Reiseinformationen über Radio und Internet so ist eine Leistungsfähigkeitssteigerung, die dem Bau einer weiteren Fahrspur entspricht, durchaus realistisch. In entsprechenden amerikanischen Untersuchungen wurde ein Kosten-Nutzen-Verhältnis zwischen 1:3 und 1:10 ermittelt, das sind Kosten-Nutzen-Raten wie sie für Infrastrukturmaßnahmen nirgends mehr in Deutschland oder anderen entwickelten Ländern erreicht werden. [vgl. Lit. 5] Mit diesem Ausblick auf neue Formen der Finanzierung des Mobilitätswachstums steht auch für die Zukunft der Sicherung der Mobilität nichts mehr im Weg.

Literatur

- [1] DIEKMANN, A.: Verkehrssysteme im Wandel, Vortrag anlässlich des Symposiums Stadt und Verkehr 10./11. Juni 1999 in Stuttgart
- [2] Deutsche Bank Research: Demografie Spezial – Demografische Entwicklung verschont öffentliche Infrastruktur nicht, 28.04.2004, Nr. 294

- [3] KLEIN, A. , A. NORKAUER & R. HESS: Arbeitsstellen kürzerer Dauer in Baden-Württemberg – Modifizierte Absicherungen, Straßenverkehrstechnik 4/2004
- [4] BRILON, W. & H. ZURLINDEN: Überlastungswahrscheinlichkeiten und Verkehrsleistung als Bemessungskriterium für Straßenverkehrsanlagen; Forschung, Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 870, August 2003, Hrsg. BMW
- [5] Texas Transportation Institute, 2003 Urban Mobility Study
- [6] LÜBBE, H.: Mobilität und Kommunikation in der zivilisatorischen Evolution; Spektrum der Wissenschaft, Dossier 2 Verkehr und Auto, S. 112-119
- [7] WEIBEL, P.: Die virtuelle Stadt im telematischen Raum – Leben im Netz und in Online-Welten; Hochschule f. angewandte Kunst Wien; www.austria.eu.net81/give/gv95/weibelec.htm

Ist Verkehrssicherheit berechenbar?*

PROF. DR.-ING. ECKEHARD SCHNIEDER

Verkehrssicherheit- und Automatisierungstechnik, TU Braunschweig
Langer Kamp 8, D-38106 Braunschweig

1. Einleitung

Mobilität in ihren vielfältigen Ausprägungen gehört seit eh und je zur Evolution von Natur und Zivilisation. Ohne Mobilität gibt es keine Fortentwicklung durch Austausch von Gütern und Informationen bis hin zu genetischem Material, wie andererseits ein Zuviel an Mobilität das notwendige örtliche Verweilen zu produktiven Zwecken erstickt. Jegliche menschliche Mobilität hat daher einen optimalen Grad, der in der Regel durch das so genannte Mobilitätsbudget im zeitlichen Aufwand pro Tag gemessen wird und sich mit ca. 1,5 h/Tag/Person über lange Zeit als unverändert erweist [KÜHNE].

Mobilität als physische Bewegung von Menschen und Gütern verlangt Energie zur Bewegung und speichert diese in den bewegten Objekten. Verläuft die Bewegung der mobilisierten Objekte nicht in den geplanten und vorgesehenen Bahnen, kommt es zu Kollisionen, Kontaminierungen, Explosionen usw. deren Schwere insbesondere von der transportierten Menge Personen und Art der Güter sowie ihrer geschwindigkeitsabhängigen Energie abhängt. Insofern birgt Mobilität ein latentes Risiko, dessen Darstellung einerseits großes mediales Interesse findet, vor allem bei spektakulären Unfällen mit hohen Schäden, und andererseits in gesetzlichem Auftrag und zu juristischer Verfolgung nahezu lückenlos dokumentiert und in anonymisierter Form verdichtet und statistisch dokumentiert wird.

Mobilität, insbesondere mit motorisierten Verkehrsmitteln wie Automobil, Zug und Flugzeug, eröffnet neue Horizonte, die mit einem entsprechenden Risiko erkaufte werden müssen, das zum natürlichen Lebensrisiko hinzukommt. Insofern stellt sich aus ethisch-humanen Gründen die Aufgabe, zu akzeptablen Risiken im Verhältnis zu den Chancen zu kommen, welche die technischen Formen der Mobilität bieten. Allerdings darf man nicht vergessen, dass der technische Fortschritt in höchst komplexer Weise in die gesellschaftliche und natürliche Evolution integriert ist. Häufig werden diese Abhängigkeiten nicht wahrge-

* Vortrag gehalten beim Kolloquium anlässlich der Jahresversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft am 07.05.2004.

nommen oder ignoriert und in ihrer Verhältnismäßigkeit der Mittel- bzw. Kosten-Nutzen-Abwägung verzerrt dargestellt oder falsch interpretiert, indem häufig an Symptomen kuriert wird, die falschen Schuldigen identifiziert werden, weil das verwickelte technisch-soziale Beziehungsgeflecht in seiner ganzen Komplexität (noch) nicht erfasst werden kann.

Hierzu ist einerseits anfänglich die phänomenologische Erfassung von Mobilität und ihren Eigenschaften erforderlich, die jedoch immer im konzeptionellen Kontext steht. Darauf können erst über eine sorgfältige Begriffsbildung die Phänomene formuliert und strukturiert werden. Erst auf dieser Basis ist eine verbindliche Beschreibung zwecks Vergleich, Bemessung und Quantifizierung möglich, jedoch alles aus der betroffenen aber passiven Außensicht. Dies wird im 2. Kapitel behandelt.

Eine detaillierte Analyse im 2. Kapitel aus der Innensicht der Systeme hinsichtlich ihrer Verlässlichkeitseigenschaften ist andererseits unerlässlich, um die Verlässlichkeit mittels Systemgestaltung an Zielgrößen auszurichten. Hier besteht die Aufgabe darin, System- und Verlässlichkeitseigenschaften begrifflich in Einklang zu bringen und über eine geeignete Modellbildung ganzheitlich zu erfassen. Mittels dieser Modelle werden verschiedene Maßnahmenkonzepte aufgezeigt und hinsichtlich ihrer Effektivität qualitativ und quantitativ berechenbar.

Die detaillierte Bestimmung vorgegebener Größen zur Verlässlichkeit für die Entwicklung sicherer und verlässlicher Systeme bezüglich ihres betrieblichen Einsatzprofils, ihrer Funktionalität, der Steuerung und Überwachung sowie ihrer technischen Realisierung mit den notwendigen Verlässlichkeitsdaten mit Hilfe eines modularen Modellierungskonzeptes wird im letzten Textkapitel vorgestellt. Mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick schließt der Beitrag ab.

2. Phänomenologie der Verkehrssicherheit

Sicherheit und Verfügbarkeit sind Positivbegriffe wie Verlässlichkeit, Gesundheit, Wahrheit. Zur Quantifizierung dieser Begriffe wird – wohl wegen ihres idealen Charakters und seiner demzufolge unerreichbaren Vollendung – das jeweilige besser fassbare Komplement jedoch negativer Konnotation verwendet wie Schaden, Risiko, Ausfall, Fehler, Krankheit usw.

Die psychologische Wirkung der negativen Ausprägung und Bemessung an sich positiver Eigenschaften darf nicht ignoriert werden. So wird z.B. dank medialer Präsenz der Unfall an sich und absolut vermittelt und macht betroffen, die Verhältnismäßigkeit bezüglich fast immer erfüllter Mission verbleibt, ist aber auch schwer vermittelbar und bislang nur wenig intuitiv qualifizierbar und quantifizierbar. Hier soll ein neuer positiver Ansatz vorgeschlagen werden.

Tabelle 1: Maße der Verlässlichkeit im Verkehr

Risiko bzgl. Unfälle (Mortalität)	<ul style="list-style-type: none"> – der Anzahl der Unfälle per Verkehrsmittelkilometer – Anzahl der Toten und Verletzten per Verkehrsmittelkilometer – Anzahl der Toten und Verletzten per Verkehrszeit
Risiko bzgl. der Beinaheunfälle (Beispiel Eisenbahn)	<ul style="list-style-type: none"> – Anzahl der Schienenbrüche, Signalfehler, usw. per Verkehrsmittelkilometer – Anzahl SPAD per Verkehrsmittelkilometer – Anzahl der Rad- und Achsbrüche im Betrieb
Risiko bzgl. der Unfallfolgen Mortalität	<ul style="list-style-type: none"> – Unfallkosten per Verkehrsmittelkilometer – Anzahl der verlorenen Arbeitsstunden der betroffenen Personen – Anzahl der Gestorbenen im Zeitraum / Anzahl der Individuen der Population im Zeitraum
Volkswirtschaftliche Kosten	<ul style="list-style-type: none"> – Staukosten – Wiederherstellungskapital – Humankapital – Zahlungsbereitschaft
LQI	– Life Quality Index
...	...Rückrufaktionen, Pannenstatistik

Parallel zur psychologischen Wahrnehmung und vielleicht auch in kausalem Zusammenhang steht die Nichtmessbarkeit positiver Werte bzw. die meist erst physikalische Messbarkeit ihrer negativen Komplemente unter Nutzung energetischer Wirkung, z.B. Schaden = Deformation, Krankheit = Fehltage, Risiko = Todesfälle usw. Hier wird bereits zur linguistischen Formulierung und der symbolischen Formulierung in Vorbereitung der späteren quantitativen Formalisierung eine erste Notation von Sicherheits- bzw. Verlässlichkeitsbedingungen angegeben. Da Verlässlichkeitseigenschaften nur in kollektiver Hinsicht quantifiziert werden, ist der Bezug auf statistische Angaben unter Verwendung von Häufigkeiten sinnvoll.

Die Begriffe der Verkehrssicherheit werden durch eine Vielzahl von Statistiken dargestellt, die unterschiedliche Größen, z.B. Verkehrsunfälle: Anzahl der Verkehrsunfälle, Anzahl der Getöteten, Menge der volkswirtschaftlichen Kosten bis hin zu hoch verdichteten Maßen wie dem LQI (Life Quality Index) ausweisen. Tabelle 1 zeigt eine Zusammenstellung von Eigenschaften und ihren Maßgrößen, Sicherheit zu qualifizieren und quantifizieren.

Das Risiko wird üblicherweise über Gefährdungshäufigkeit und Schadensausmaß definiert. Neben der Möglichkeit, das Schadensausmaß insbesondere durch

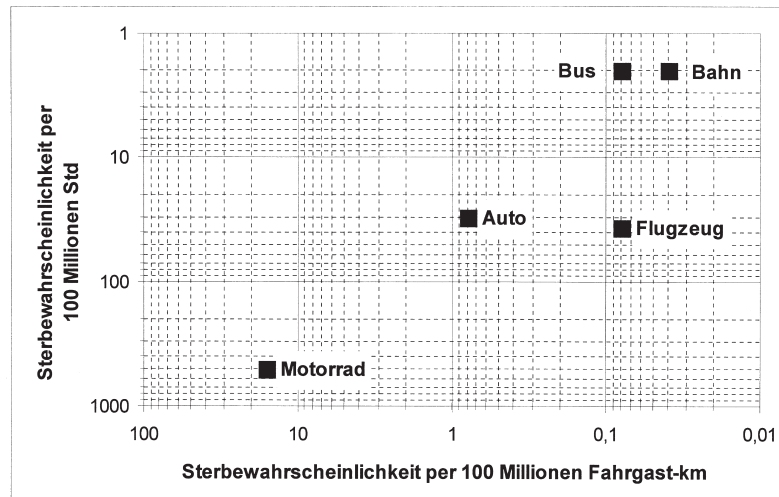


Bild 1: Risiken der Verkehrssysteme in Bezug auf Aussetzung in Reisedauer und Reiselänge (Quelle: SNCF)

eine passive Sicherheit (z.B. der Fahrzeuge, der Strecke) und durch das Rettungsmanagement zu beeinflussen, ist die Gefährdungshäufigkeit auch von technischen Systemparametern (Gefährdungsrate in $[\text{Std}^{-1}]$) des Leitsystems, Strecke und Fahrzeugen und von betrieblichen Charakteristiken des Verkehrs (Fahrzeuge pro Stunde) abhängig. Die Aussetzungsdauer spielt bei der Bewertung des individuellen Risikos eine entscheidende Rolle (Bild 1). Diese hängt von der Länge der notwendigen Reisezeit sowie von ihrer möglichen Verlängerung durch die betriebliche Unverfügbarkeit (z.B. in Stunden pro Jahr) ab. Insofern ist hier schon ein enger Zusammenhang zwischen Verfügbarkeit und Sicherheit ersichtlich. Da die genannten Einflussgrößen in zeitabhängigen Größen angegeben werden, liegt es nahe, auch für das Risiko die Zeit als entscheidenden Bezugswert zu belassen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die nationale Korrelation von Maßen der Verkehrssicherheit im Verhältnis zur jeweiligen Verkehrsstärke. Hier lässt eine erste Schlussfolgerung eine positive Korrelation von Verkehrssicherheit und Verkehrsstärke zu, die gegebenenfalls dazu Anlass gibt, dass durch größere Verkehrsdichte ein Sicherheitsgewinn erzeugt wird, möglicherweise durch zwangsläufig homogenere Verkehrsströme. Positive Entwicklungen der Verkehrssicherheit können über die letzten Jahrzehnte beobachtet werden, jedoch wird die positive Entwicklung bei den Verkehrstoten durch die kaum veränderten Unfallzahlen etwas getrübt. Hinsichtlich der altersbedingten Mortalität zeigen die Werte, dass insbesondere bei jungen Männern zwischen 15 und 20 Jahren ein erheblicher Anstieg der verkehrsbedingten Mortalität zu beobachten ist (Bild 2).

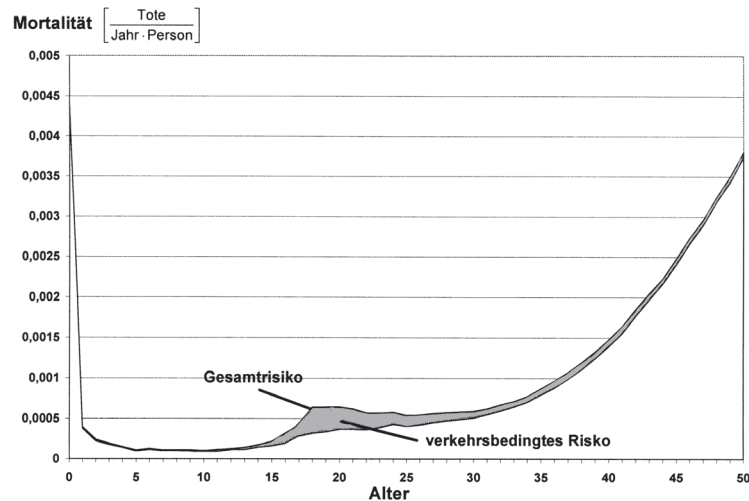


Bild 2: Mortalität durch Verkehr, Deutschland 2001(Quelle: destatis)

Primär in der retrospektiven Datenerhebung aus in der Realität beobachtbaren Werten lassen sich Aussagen zur Verkehrssicherheit herleiten. Prognosen über eine zukünftige Entwicklung der Verkehrssicherheit lassen sich jedoch nur auf der Basis von Modellen gewinnen, die durch Datenerhebung, aber auch Experimente in Versuchen und mit Simulatoren gewonnen werden.

3. Maße der Verlässlichkeit im Verkehr

3.1 Maße der Verfügbarkeit

Die betriebliche Verfügbarkeit wird einerseits durch die primäre Unverfügbarkeit des Systems beeinflusst. Hierunter fallen alle direkten Folgen (Verspätungen) des technischen sowie menschlichen Versagens innerhalb des Systems Eisenbahn. Andererseits wirken sich auf die Unverfügbarkeit viele sekundäre Gründe aus, die aus betrieblichen Charakteristiken des Verkehrs resultieren (z.B. Folgeverspätungen). Hierunter können auch unerwartete Einflüsse von anderen Systemen (Straßenverkehr) oder anderen Faktoren (Wetter, Fahrgäste,...) subsumiert werden.

In der Literatur existieren mehrere Ansätze zur Berechnung der Verfügbarkeit hinsichtlich der primären Einflüsse [ACKERMANN], [ZASTROW], [ZHU]. Dabei ist es z.B. möglich, die Verspätungszeit einer Zugfahrt zu ermitteln, die durch Ausfall einer technischen Systemeinheit verursacht wird. Für die Einbe-

ziehung der sekundären Unverfügbarkeit ist es notwendig, die statistischen Daten über Zugverspätungen zu analysieren und zu evaluieren. Neben der Zeit, als risikorelevanter Bezugsgröße, wird als ein Gütemaß für die Verfügbarkeit sehr oft die monetäre Bewertung benutzt, insbesondere im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse.

Sei t_R die Zeit, die der mittleren idealen Reisedauer entspricht. Diese ergibt sich durch Annahme des kürzesten Weges, maximal zulässiger Wegegeschwindigkeit, maximaler Fahrzeugbeschleunigung usw. Die mittlere Verlängerung dieser idealen Reisezeit Δt ist von der Wirkung der genannten primären und sekundären Verfügbarkeitseinflüsse geprägt (Haltezeit, Haltezahl, Stauzahl, Stillstand durch Stau, technische Störung, Wartezeit, Umsteigezeit, usw.) Die Verkehrsverfügbarkeit kann dann wie folgt definiert werden:

$$A_T = \frac{t_R}{t_R + \Delta t_R} \quad , \quad A_T \in [0,1], \mathbb{R} \quad (1)$$

Als Komplement kann die Verkehrs-Unverfügbarkeit als

$$Q_T = 1 - A_T \quad (2)$$

ausgedrückt werden. Die Vergleichbarkeit der Verfügbarkeit unterschiedlicher Verkehrssysteme kann mittels der Definition eines Verkehrsverfügbarkeitspotenzials pA_T erreicht werden:

$$pA_T = -\lg Q_T = -\lg \frac{\Delta t_R}{t_R + \Delta t_R} \quad , \quad pA_T \in [0,\infty), \mathbb{R} \quad (3)$$

Für $\Delta t_R \ll t_R$ kann die Berechnung vereinfacht werden:

$$pA_T = -\lg \frac{\Delta t_R}{t_R} \quad (4)$$

3.2 Maße der Sicherheit

Als Größe für die Bewertung des individuellen Risikos wird häufig die Anzahl der Toten pro Person und Jahr empfohlen, wobei die Risikoakzeptanz z.B. auf dem Vergleich mit der minimalen endogenen Mortalität basiert oder durch Vergleich auf bestehenden Statistiken beruht.

Das aus der Benutzung eines Systems resultierende Risiko für ein Individuum hängt stark von der kumulierten Gesamtzeit der Aussetzung ab und ist folglich

proportional zu der menschlichen Lebensdauer. Diese beträgt in Deutschland in 2003 durchschnittlich 78,09 Jahre (Männer 75,11 Jahre, Frauen 81,07 Jahre), was einer durchschnittlichen Mortalität (als Kehrwert der mittleren Lebensdauer) $1/78,09 = 0,0128$ pro Jahr entspricht. Unter der Annahme minimaler menschlicher Sterblichkeit, der so genannten minimalen endogenen Mortalität mit $2E-4$ Tote pro Jahr/Person, erhält man eine maximale Lebenserwartung von 5.000 Jahren, was die Risikobewertung nicht mehr intuitiv verständlich macht.

Ein alternativer Ansatz ist die Betrachtung des Risikos als potenzielle Verkürzung des menschlichen Lebens [HEILMANN]. Dieses Risikomaß wird häufig in der Medizin verwendet, insbesondere für die Veranschaulichung der negativen Folgen von gesundheitsschädlichen Angewohnheiten (z.B. Rauchen), aber auch von körperlichen Aktivitäten (bestimmte Sportarten, Berufe).

Die Verkürzung des menschlichen Lebens durch ein Verkehrssystem ΔT_{HT} kann wie folgt definiert werden:

$$\Delta T_{HT} = T_H - T_{HT} \quad (5)$$

wobei die T_H der mittleren menschlichen Lebensdauer ohne den Einfluss des Verkehrssystems entspricht und T_{HT} die mittlere menschliche Lebensdauer mit Benutzung des Verkehrssystems darstellt. Der Wert T_H kann aus den altersabhängigen Statistiken über die Lebensdauer und Unfall-/Tötungshäufigkeiten bestimmter Zielgruppe der Personen ermittelt werden.

Aus der Beziehung

$$T_H = \int_0^{\infty} e^{-\int_0^t M_H(\tau) d\tau} dt = \frac{1}{M_{HM}} \quad (6)$$

kann der Wert der mittleren menschlicher Mortalität M_{HM} ohne den Einfluss des Verkehrssystems abgeleitet werden. Ähnlich gilt für die T_{HT} :

$$T_{HT} = \int_0^{\infty} e^{-\int_0^t (M_H(\tau) + M_T(\tau)) d\tau} dt = \int_0^{\infty} \left(e^{-\int_0^t M_H(\tau) d\tau} \right) \left(e^{-\int_0^t M_T(\tau) d\tau} \right) dt = \frac{1}{M_{HM} + M_{TM}} \quad (7)$$

wobei M_{TM} die mittlere durch den Verkehr verursachte Mortalität darstellt. Neben der Ermittlung der M_{TM} aus den Unfallstatistiken ist es möglich, die Mortalitätsrate eines Verkehrssystems (bzw. seines Teilsystems) im Rahmen einer Risikoanalyse zu berechnen (z.B. nach [SLOVAK03]).

Mit diesem Ansatz kann der Risikobeitrag eines konkreten Teilsystems in Form der Verkürzung der menschlichen Lebensdauer dargestellt werden. Eine Ent-

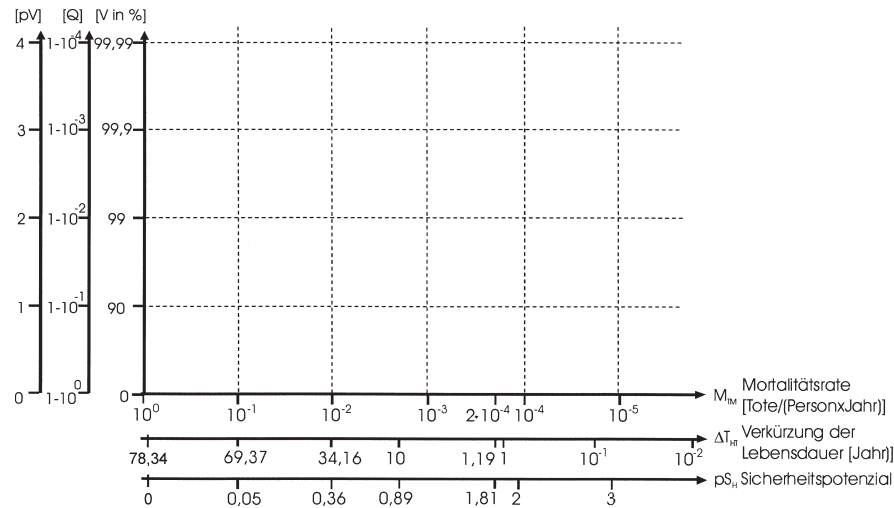


Bild 3: Quantitative Skalierung des Sicherheits- und Verfügbarkeits-Diagramms

scheidung über die Risikoakzeptanz kann erst unter Berücksichtigung der Beiträge anderer Teilsysteme bzw. deren mehrmalige Benutzung getroffen werden. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, den Einzelbeitrag eines Teilsystems auch in Form des menschlichen Sicherheitspotenzials darzustellen:

$$pS_H = -\lg \frac{M_{TM}}{M_{HM} + M_{TM}} \quad (8)$$

bzw. unter der Annahme: $M_{HM} \gg M_{TM}$:

$$pS_H = -\lg \frac{M_{TM}}{M_{HM}} \quad (9)$$

Eine Umrechnung auf die Verkürzung der menschlichen Lebensdauer ist jederzeit unter der Kenntnis der T_H möglich.

$$pS_H = -\lg \frac{\Delta T}{T_H} \quad (10)$$

Die Verkürzung menschlicher Lebensdauer sowie das Sicherheitspotenzial können dem Verfügbarkeitspotenzial nach Kap. 3.1 gegenübergestellt werden. Das Bild 3 zeigt das dadurch gewonnene Koordinatensystem mit der logarithmischen Verfügbarkeits- und Sicherheitsskala nach [SCHNIEDER03].

4. Formalisierung der Verlässlichkeit

4.1 Verlässlichkeitsbezogene Aspekte der Verkehrssicherheit

Eine Differenzierung verschiedener Systembetriebszustände mit vollständig fehlerfreiem Betrieb, eingeschränktem Betrieb, gefährlichem Betrieb, sicherem Zustand, eingetretenem Schadensfall und Rettung bzw. Instandsetzung außerhalb des operativen Betriebes usw. zeigt Bild 4 mit den vier korrespondierenden Quadranten der Verlässlichkeit im so genannten Sicherheits-Verfügbarkeits-Diagramm von Bild 3.

4.2 Formalisierung der Sicherheit im physikalischen Zustandsraum

Sicherheit als subjektiv empfundene Eigenschaft drückt sich im Verkehr häufig komplementär als Vermeidung von Gefahren, Schäden und Verlusten der an Transportprozessen beteiligten Personen und Sachen aus. Damit kann die Wirkung der Verkehrssicherheit ausschließlich in Bezug zu physischen Ausprägungen gesetzt werden.

Eine abstrakte formale Beschreibung der Schäden kann einfach erfolgen, indem der schadensfreie Zustand als Ideal postuliert wird bzw. Grenzwerte physika-

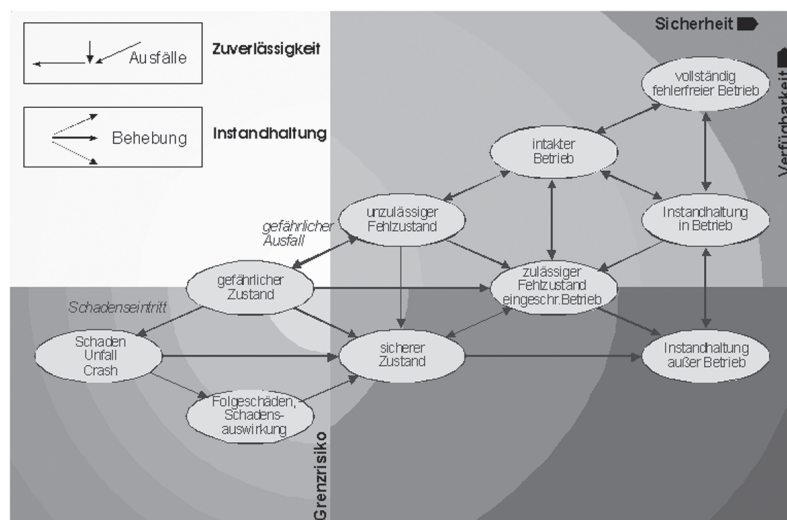


Bild 4: Differenzierung verschiedener Systembetriebszustände in der Verfügbarkeits-Sicherheits-Ebene

lisch-chemischer Natur angegeben werden, die einzuhalten sind. Der schadensfreie Zustand x_{safe} ist primär auf ein Bezugsobjekt bezogener Zustand $x_{\text{safe,object}}$, aus dem insgesamt auf einen sicherheitsbezogenen Zustandsraum $X_{\text{safe, bound}}$ geschlossen werden kann, der allerdings mehrere Bezugsobjekte einbezieht, z.B. ein oder mehrere Fahrzeuge.

Ein Beispiel für die sicherheitskritische Bewegung im Zustandsraum ist das Verlassen der Fahrbahn von Fahrzeugen, z.B. infolge überhöhter Geschwindigkeit oder bei Seitenwind oder Glatteis. Für die sicherheitsrelevante Bewegung von Transportmitteln sind grundsätzlich die vier Teilzustandsräume „Stillstand (A)“, „sichere Bewegung (B)“, „gefährliche Bewegung (C)“ und „Schaden (D)“ zu unterscheiden (Bild 5b):

Zu beachten ist, dass einem Schadenseintritt eine system- und bewegungsbedingte kausale Zustandsfolge vorausgeht, die als Trajektorie im (vollständigen) Zustandsraum abgebildet werden kann. In der Regel ist der Übergang vom sicheren in den gefährlichen Zustand und dann zum Schaden unmittelbar und zwangsläufig und irreversibel. Daher muss bereits die kausal ursächlichste und initiale Verletzung des erlaubten Zustandsraumes verhindert werden.

Der erlaubte Zustandsraum ergibt sich dabei aus dem Minimum zwischen den aktuell zulässigen Grenzwerten, -flächen und der Eigendynamik der Fahrzeugbewegung unter Berücksichtigung dieser Grenzwerte, die ihrerseits auch zeitlichen Änderungen unterliegen.

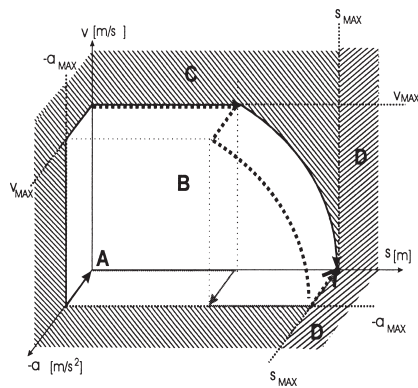
4.3 Modellierung der Bewegungstrajektorie

Die Trajektorie kontinuierlicher Bewegung eines Fahrzeuges auf linearer Strecke bis zum gefahrlosen Halt, z.B. vor einer Kreuzung, Weiche oder Kurve, auf den Grenzflächen des erlaubten Zustandsraums mit den Koordinaten Beschleunigung, Geschwindigkeit und Weg zeigt Bild 5a.

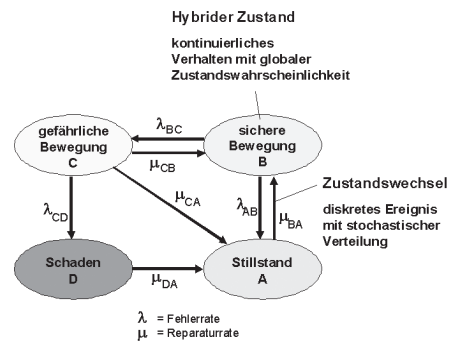
Der Durchtritt einer aus der Fahrzeug-Eigendynamik und aus richtiger oder fehlerhaft wirkender Regelung resultierenden Trajektorie durch die Grenzflächen des sicheren Zustandsraumes kann als diskretes Ereignis aufgefasst werden. Insofern kann das komplette Systemverhalten vereinfacht durch den Evolutionsgraphen eines hybriden, d.h. kontinuierlich diskreten Systems mit vier Zustandsmoden beschrieben werden (Bild 5b) [ENGELL].

4.4 Modellierung der Verkehrssicherheit im multihybriden Zustandsraum

Die einzelnen Betriebszustände werden neben den kontinuierlichen Zuständen des physikalischen Modells innerhalb der Moden zusätzlich durch zuverlässig-



a) Bewegungstrajektorie im s,v,a-Zustandsraum



b) Evolutionsgraph verlässlichkeitsbezogener Moden und Übergänge

keitstechnisch diskrete und zeitlich stochastische Übergänge (events) und wahr-scheinlichkeitsstheoretisch attributierte diskrete Systembetriebszustände unterschieden (vgl. Bilder 5a und b). Dies ist beispielsweise der intakte oder defekte Betriebszustand eines Sensors, Aktors oder einer Steuerung.

In gleicher Weise können jedoch „menschliche Funktionsträger“ in die Modellierung einbezogen werden, wenn ihr Verhalten hinsichtlich der Abweichungen von der idealen Trajektorie einer sicheren Verkehrs- bzw. Fahrzeugsteuerung in Form probabilistischen Ausfallverhaltens stochastisch modelliert wird.

Die diskreten verlässlichkeitsbezogenen Betriebszustände bzw. -übergänge sind in der Regel nur statistisch beschreibbar, d.h. durch Zustandswahrscheinlichkeit und -übergangsraten, die zudem situationsabhängig variieren. Damit wird das hybride Modell diskret-kontinuierlicher Verhaltensdynamik noch um die stochastische Verlässlichkeitsdynamik ergänzt und wahrscheinlichkeitstheoretisch attribuiert. Diese zweifach hybride Modellierung im erweiterten Zustandsraum (physikalische Zustände, informationelle Betriebszustände) konzentriert somit die verschiedenen Sichten in einer einzigen Darstellung mit Mengen mathematischer Attributierung, kontinuierlichen Zustandsmoden und Wahrscheinlichkeiten sowie diskreten Übergangsflächen.

5. Maßnahmen zur Sicherheitsgewährung

Dieser Modellierungsansatz lässt sich nun auch zur methodischen Separation in abstrakt-funktionaler und konkret-realisierungsbedingter Hinsicht nutzen.

- a) Die analytische Forderung kann funktional durch regelungstechnische Aufgaben gelöst werden. In funktionaler Hinsicht lässt sich die Sicherheit unmittelbar auf eine regelungstechnische Betrachtung überführen und die Aufgabe zur Sicherheitserzielung als Einhaltung eines begrenzten Zustandsraumes formulieren. Der erlaubte Zustandsraum wird allgemein durch Hyperflächen aufgespannt, welche aus den zulässigen Grenzwerten, der systeminternen Dynamik vorzugsweise der Transportmittel sowie aktuellen Systemgegebenheiten (z.B. Fahrerlaubnis, Grünsignalisierung, Umgebungsbedingungen, andere Verkehrsteilnehmer, Zustands- und Ortungsinformationen usw.) resultieren.
- b) Die verlässliche Realisierung der Aufgaben kann durch geeignete Einrichtungen automatisch bzw. durch qualifiziertes Personal manuell erfüllt werden. Die Einhaltung des erlaubten Zustandsraums muss auch in der Realität dauerhaft gewährt sein. Diese physische Sicht verlangt die zeitlich statistische Einhaltung unter Gesichtspunkten der Verlässlichkeit der Realisierung der Funktionen zur Sicherheitsgewährung.

Schwierig ist dabei

- die Konkretisierung des Zustands in Form physikalischer Größen (Zustandsvektor bzw. -übergangsfunktion)
- eine aktuelle Bestimmung der Verkehrssicherheitsgrenze infolge dynamisch veränderlicher Situationen
- die objektive Bewertung des Zusammenhangs zwischen individuellen Grenzübertretungen und kollektivem Sicherheitsempfinden, weil dieses nicht statistisch wahrgenommen, sondern häufig und medial verstärkt wird
- die Ermittlung des (gewichteten) Zusammenhangs zwischen den physikalischen Größen (Zustand) und dem Risiko, insbesondere dem Schaden, der in der Regel durch Tote, Verletzte unterschiedlicher Schwere bzw. Verlust oder Beschädigung von Gütern, Transporteinrichtungen sowie der Umwelt gemessen wird. Der Zusammenhang kann über abgeleitete Zustandsgrößen vor dem propagierten Schadenseintritt, d.h. an der Zustandsraumgrenze hergestellt werden.

Das ethisch bedingte Ziel, die Verkehrssicherheit zu steigern, verlangt nach geeigneten Maßnahmen wie dies zu erreichen ist. Die (probabilistische) Einhaltung des zulässigen Zustandsraumes bei Transportprozessen kann nun durch unterschiedliche Prinzipien erreicht werden. Sie können in methodische, betriebliche, funktionale und technische Aspekte eingeteilt werden, die z. T. überlappen.

Zu methodischen Aspekten gehören die Regularien gesellschaftlicher, rechtlicher (gesetzlicher) und institutioneller Art, z.B. Auflagen zur sicheren Produktgestaltung, zur Schadensverhinderung bis hin zu finanziellen und persönlichen Sanktionen bei

Missachtung, Fahrlässigkeit, Sabotage usw., aber auch die Regularien zur sorgfältigen sicherheitsgerichteten Entwicklung, Nachweisführung, Zulassung und Betrieb mit qualifizierten Techniken, Personal und Einrichtungen.

Es lassen sich drei prinzipielle Hauptformen in der tatsächlichen Realisierung und aktuellem Betrieb finden, die sich durch die technische oder menschliche Ausübung der Bewegungssteuerung bzw. -sicherung und Funktionsstrukturen unterscheiden:

- rein menschlich verantwortete Bewegungssteuerung nach Regularien (Gesetze, Verordnungen)
- technisch assistierte und menschlich verantwortete Bewegungssteuerung
- technisch verantwortete Bewegungssicherung

Das Verlässlichkeitsverhalten der Steuerungseinrichtungen bei internen und externen Störungen, Ausfällen und Fehlern muss näher aus Sicht der Verlässlichkeit betrachtet werden.

Grundsätzlich stehen dafür mehrere Ansätze zur Verfügung, die sich in ihrer Wirksamkeit und Realisierung sowie Akzeptanz und Durchsetzungsfähigkeit unterscheiden. Hinsichtlich Wirksamkeit und Realisierung der Maßnahmen kann die Diskussion auf die Variation/Modellierung der Übergangsraten zwischen den vier grundsätzlichen Betriebszuständen fokussiert werden.

- a) Verringerung der Übergänge in den gefährlichen Betrieb (λ_{BC} , vgl. Bild 5b) z.B. durch
 - besseres menschliches Fahrverhalten (Ausbildung, Einsicht)
 - strengere Regularien (Geschwindigkeitsvorgabe) und Kontrolle: prädiktive Regelung
 - automatisiertes Fahrverhalten
 - o Tempomat
 - o Spurhaltung
 - Verkehrsleitsystem und automatische Verkehrsbeeinflussung
- b) Erhöhung der Übergangsrate zum Verlassen des gefährlichen Betriebes (μ_{BC} , μ_{CA} vgl. Bild 5b) z.B. durch
 - Fahrerassistenz
 - o Automatic Lane Departure Warning
 - o Adaptive Cruise Control
 - o Höchstgeschwindigkeitsüberwachung
 - o ABS
 - o ESP
 - o Notbremsung
 - Fahrerschulung (Sicherheitstraining)

- c) Verringerung der Unfallschwere durch so genannte passive Sicherheitssysteme (λ_{CD} vgl. Bild 5b) wie z.B.
 - Sicherheitsgurt
 - Knautschzone
 - Kopfstützen
 - Airbag
- d) Verbesserung der Rettungsmaßnahmen (μ_{DA} vgl. Bild 5b), insbesondere der Dauer von Unfalleintritt bis zur ärztlichen Hilfe.

Die Vermutung liegt nahe, die Verkehrssicherheit durch verstärkten Einsatz von Sicherheitssystemen nach anfänglich c), d) und nunmehr b) erhöhen zu können. Dies ist in den letzten Jahrzehnten mit erheblichem Erfolg geschehen, jedoch ist die Unfallhäufigkeit als solche nicht in dem Maße wie die Unfallschäden, insbesondere Unfalltote, gesunken. Mit jedem Unfall geht aber auch die Verringerung der Verkehrsverfügbarkeit einher, was sich durch die Stauhäufigkeit und Fahrzeitverlängerung ausdrückt, woraus wieder eine Verlängerung der sicherheitsrelevanten Expositionsdauer resultiert. Ein anderer indirekter Ansatz setzt bei der Maßnahme a) an, die primär die Verkehrsflüssigkeit verbessert und u.a. die Verweildauer verringert. So zeigt die Einrichtung von Verkehrsleitzentralen sowie Verkehrsbeeinflussungsanlagen mit ihren guten Wirkungen auf die Verkehrsflüssigkeit und damit Verkehrsverfügbarkeit korrespondierend auch eine Verbesserung der Sicherheit, wie aus Statistiken der jeweiligen Bereiche hervorgeht. In gleicher Weise wird durch fahrzeugbezogene Maßnahmen zur Intensivierung sicheren Betriebsverhaltens mit einer primären Erhöhung der Verkehrsflüssigkeit als Sekundäreffekt die Verkehrssicherheit erhöht.

Bild 6 zeigt im Verfügbarkeits-Sicherheits-Diagramm die Wirkung dieser unterschiedlichen Maßnahmen durch Variation der o. g. Parameter, die aus der Berechnung der Markov-Ketten aus Bild 5b ermittelt wurden. Die Gültigkeit der obigen Vermutungen wird mit dem Modell bestätigt. Das Modell muss jedoch zur Entfaltung der vollen Aussagekraft noch weiter verfeinert und hinsichtlich seiner Parameter noch weiter identifiziert und kalibriert werden.

Zusammenfassend kann jedoch konstatiert werden, dass Verkehrssicherheit und -verfügbarkeit zwei Ausprägungen der Verlässlichkeit als die Eigenschaften des Verkehrs sind. Mit Hilfe der in Zukunft möglichen Maßnahmen ist nicht nur eine Erhöhung der Verkehrsflüssigkeit und -dichte, sondern auch indirekt ein nennenswerter Beitrag zur Verkehrssicherheit möglich, der bei alleiniger Konzentration auf die Verkehrssicherheit nicht erreicht werden kann.

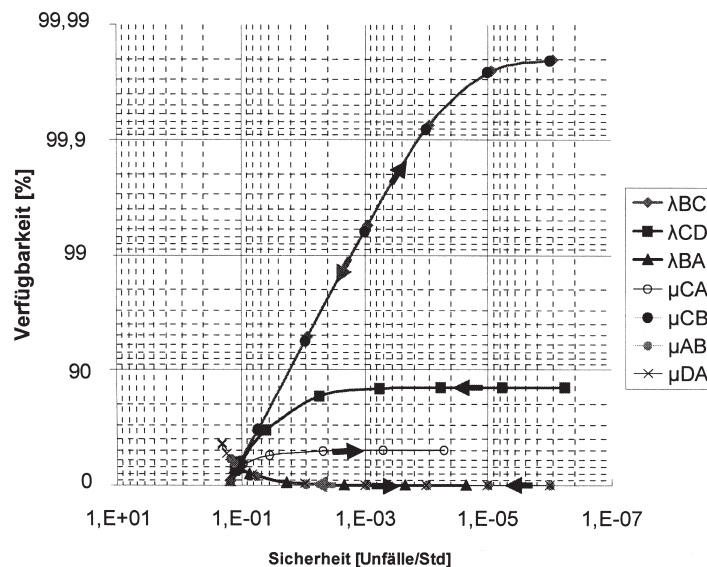


Bild 6: Verfügbarkeits-Sicherheits-Diagramm, Variation der Parameter von Fehler- und Reparaturraten

6. Beitrag der Automatisierungstechnik

Die grundsätzlichen Aufgaben einer sicheren Bewegung im zulässigen Zustandsraum werden durch ein geeignetes Zusammenspiel folgender elementarer Funktionen in der Funktionsstruktur eines Regelkreises nach Bild 7 bewältigt.

- A Ermittlung der Führungstrajektorien nach Maßgabe der Transportaufgabe und Verkehrssituation
- B Begrenzung der Führungstrajektorien ggf. nach Maßgabe des Verkehrsweges und der Verkehrssituation
- C Ermittlung des aktuellen Verkehrszustands (-vektors/-trajektorie)
- D Regelung bzw. Steuerung und Vorgabe des Stellgrößen- und Ausführungsvektors/trajektorie mit Begrenzung der Stellgrößen.

Varianten dieser Grundstruktur ergeben sich durch Ausprägung der Regelungsstruktur, Systemdynamik der Regelung, Anordnung der Funktionseinheiten (Allokation) zentral und/oder fahrwegseitig bzw. mobil verkehrsmittelseitig und insbesondere die Ausführung der Funktionen inkl. Signalisierung/Kommunikation durch

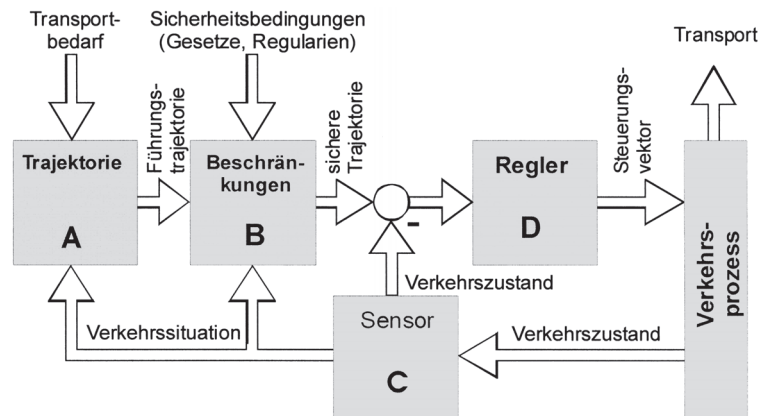


Bild 7: Grundlegende Regelkreisstruktur für Sicherheitsaufgaben

- technische Funktionsträger - entweder passiv, d.h. konstruktiv-materiell, oder aktiv, d.h. als regelungstechnisch-energetisch,
- menschliche Funktionsträger, oder in
- Kombination technisch-menschlicher Funktionsträger.

Die „großen“ Probleme der sicherheitsrelevanten Regelung im Verkehr resultieren aus der Komplexität infolge Kombinatorik der Aspekte und lassen sich folgendermaßen artikulieren:

richtige zeitgerechte Ermittlung

- der richtigen verkehrssituationsbezogenen Führungstrajektorie (A)
- des zulässigen Zustandsraumes (B)
- des tatsächlichen Verkehrszustands (C).

Die richtige Ermittlung richtiger Größen bezieht sich dabei auf Korrektheit, Aktualität, Genauigkeit, Präzision und Auflösung, d.h. insgesamt auf informationsbezogene und messtechnische Merkmale, zu denen die richtige Entwicklung sowie geeignete Verkehrsformen hinzukommen, welche durch die vorgelagerten normativen Rahmenbedingungen determiniert sind.

6.1 Grundsatzfragen verlässlicher Systeme

Grundsätzlich ist bei Ausführung notwendiger oder auch nur gewünschter Funktionen zur sicheren Fahrzeugführung der Zweck einer Automatisierung abzuwägen. Der Zweck bezieht sich zwar vordergründig auf die Alternativen der Aus-

führung entweder durch den menschlichen Bediener oder durch den geräte-technischen Automat, muss aber auch auf den Zweck der Funktion selbst bezogen werden, wodurch sich eine neue wechselseitige Beziehung zwischen Funktion und Ausführung ergibt, die neben der einseitigen Richtung Zweck-Funktion-Ausführung auch die entgegen gesetzte (reflexive) Relation Ausführung-Funktion-Zweck umfasst.

Neben klassischen Sicherheitsbetrachtung implementierungsspezifischer Verlässlichkeit vor allem im operativen Einsatz (RAMS) tritt durch diese Sicht eine neue Dimension: Die Korrektheit der implementierungsunabhängigen Funktion, die im Wesentlichen von der Komplexität der Funktion selbst abhängig ist und vor allem eine Frage der Funktionsspezifikation und ihrer algorithmisch programmtechnischen Formalisierung ist. Stillschweigend akzeptiert wird, dass hoch komplexe Funktionen kaum vollständig korrekt sind.

Unter Korrektheit wird verstanden, dass jede mögliche Zustands- bzw. Wertekombination zu einer erwartungsgemäßen Folgekombination führt. Beispiele der Inkorrektheit sind Überläufe von Zahlen oder Speichern, undefinierbare Anfangszustände oder Speicheradressen usw., aber auch fehlende Handlungsaktionen oder unvollständige Situationsdarstellungen.

Zwangsläufige Konsequenz der bei zu großer Komplexität unkorrekten Arbeitsweise ist sowohl bei menschlichen als auch (vom Menschen entworfenen) technischen Systemen die Nichterfüllung von Funktionen und damit eine Beeinträchtigung der Sicherheit.

Konsequent kann folgender Zusammenhang qualitativ vermutet werden:

- hoch zuverlässige Systeme sind nicht komplex (Beispiel Transistoren, Zellen, Kristalle)
- hoch komplexe Systeme sind nicht zuverlässig (Beispiel Betriebssysteme, Menschen, Gesellschaften).

Insofern kann man zur Sicherheitserzielung bei menschlich verantworteter Führung – da sich die menschliche Korrektheit bzw. Zuverlässigkeit nicht bzw. nur begrenzt steigern lässt – die Funktions- bzw. Aufgabenkomplexität reduzieren (Beispiel: Restriktion der Höchstgeschwindigkeit, Kreuzungsfreier Betrieb, nur Rechtsabbiegen, Spurwechsel-/Überholverbot, Gegenspurtrennung usw.) oder bzw. und die Korrektheit technischer Systeme ausreichend steigern. Da bei Menschen sowohl die inhaltlich korrekte Funktion als auch die zeitlich zuverlässige Funktion nicht signifikant verbesserbar sind, scheint die automatische Funktionsausübung mit hoch zuverlässiger Technik bei gleichzeitiger Steigerung der Korrektheit wie Verringerung der Aufgabenkomplexität eher Erfolg versprechend.

6.2 Realisierungsvarianten sicheren Betriebes

Für das Implementierungsziel Verlässlichkeit lassen sich grundsätzlich zwei Extremvarianten finden:

- komplett automatische hoch zuverlässige Funktionsausführung (und menschliche Überwachung der richtigen Wirkung)
- menschliche Funktionsausführung mit automatischer Überwachung (und zusätzlicher Überwachung der automatischen Überwachung zur Erzielung höchster Zuverlässigkeit).

In beiden Varianten wird die Verkehrskomplexität primär mit der automatischen Funktionsausführung beherrscht und profitiert sowohl von einer Absenkung der verkehrlichen Komplexität (vgl. automatische Bahnen mit reduzierter betrieblicher Komplexität und restriktiven Zugängen) als auch von einer gesteigerten Korrektheit der Funktionsspezifikation und ihrer Formalisierung in Algorithmen und Programmen.

In der tatsächlichen Realisierung lassen sich drei prinzipielle Hauptformen finden, die sich durch die technische oder menschliche Ausübung der Bewegungssteuerung bzw. -sicherung und Funktionsstrukturen unterscheiden:

- (1) rein menschlich verantwortete Bewegungssteuerung
- (2) technisch assistierte menschlich verantwortete Bewegungssteuerung
- (3) technisch verantwortete Bewegungssicherung.

Aus sicherheitstechnischer Sicht muss nun insbesondere das Verlässlichkeitsverhalten der Steuerungseinrichtungen bei internen und externen Störungen, Ausfällen und Fehlern betrachtet werden.

Eine erste einfache Analyse muss die Verlässlichkeit der einzelnen automatisierungstechnischen und menschlichen Teilsysteme modellieren, was insbesondere den Kontext zur jeweiligen Aufgabe berücksichtigen muss, wobei jedoch das menschliche Fehlverhalten in der Regel im aktuellen Verkehrsgeschehen gegenüber dem technische Fehlverhalten dominiert. Setzt man für die sicherheitsrelevante Verfügbarkeit der Teilsysteme an $V_{H(uman)}$, $V_{A(ssist)}$, $V_{V(ehicle)}$, so ist aufgrund der Serienstruktur für die Zuverlässigkeit der Assistenz wegen $V_A, V_V \sim 1$ und somit der menschliche Faktor weitestgehend entscheidend, der allerdings infolge der Warn-Assistenzfunktionen verbessert wird. Erst bei einer parallelen Assistenz mit Eingriffsberechtigung im kritischen Fall wird die sicherheitsrelevante Verfügbarkeit gesteigert werden.

$$V_{System} = (V_H + V_A - V_H \cdot V_A) \cdot V_V > V_H V_V \quad (11)$$

Was in diesem Fall sehr einfach formuliert wird, ist bei detaillierter Analyse höchst kompliziert, da im Assistenzsystem viele komplexe Einzelfunktionen technisch einwandfrei arbeiten müssen, die in der Regelkreis-Verknüpfung wieder eine zuverlässigkeitstechnische Serienstruktur aufweisen.

Auf die wichtige Frage der Migration bzw. Übertragung von menschlicher Beherrschung von komplexen Situationen zur automatischen Fahrzeugführung kann hier nicht eingegangen werden. Dies verlangt die Erstellung korrekter Funktionen und verlagert die Sicherheit in den vorgelagerten Entwurfs-, Entwicklungs- und Produktionsprozess. Auch hier gilt der gleiche Zusammenhang zwischen Komplexität und Verlässlichkeit menschlicher und technisch gestützter Entwicklung, die heute mit geeigneten Werkzeugen vorgenommen wird. Unter Verweis auf die Arbeiten zur Entwurfsautomatisierung [SCHNIEDER99], [BIKKER] kann insbesondere nach dem Methodenrahmen BASYSNET ein weitestgehend durchgängig werkzeuggestützter Entwicklungsprozess praktiziert werden, der eine modellbasierte, methodisch verifizierte und automatisierte Entwicklung ermöglicht. Diese moderne Art der Softwareproduktion, die verbleibende Fehlerursachen durch Tests ebenfalls auf Modellbasis identifiziert, ermöglicht bereits hoch korrekte Funktionen.

Mit der ergänzenden Modellierung der menschlichen und technischen Ressourcen nach der PROFUND-Methode können sowohl quantitative Verfügbarkeit als auch Sicherheitsziele normkonform ([IEC 61508], CENELEC [EN50126]) skaliert und die technischen Einrichtungen parametrisiert werden [SLOVAK03].

Eine grundsätzliche, bis heute ungelöste Problematik informationsverarbeitender Einrichtungen zur Sicherheitsverantwortung ist die Aufteilung auf Programme und Gerätetechnik. Wegen der grundsätzlichen Fehleranfälligkeit beider Anteile wurden so genannte diversitäre oder dissimiläre Ansätze verfolgt, jedoch dominiert die Zahl der Ansätze mit Hardwarefehler toleranz und einfachkanaliger, jedoch korrekter programmierter Funktionalität. Diese Philosophie entspricht auch der grundsätzlichen Struktur des vorliegenden Beitrags, in dem die Funktionalität der Sicherung als solche formal modelliert und somit beweisbar wird.

Diesen Zusammenhang unterstreichen auch die von europäischen Normen [EN 50128] begleiteten großen Anstrengungen beim Einsatz formaler Techniken, d.h. Beschreibungsmittel und Methoden auf mathematisch fundierter Basis, um mit geeigneten rechnergestützten Werkzeugen die Funktionalität der Sicherungseinrichtungen in Form von algorithmisierten Spezifikationen zu modellieren und ihre Korrektheit, Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit zu beweisen [FORMS], [FME]. Die Spezifikationen können anschließend mit Hilfe von Codegeneratoren in den Zielcode umgesetzt und implementiert werden. Eine nachfolgende Validation durch umfangreiche Tests qualifiziert die erfolgreiche und sichere technische Realisierung.

Die Verlässlichkeit der elektronischen Hardwarekomponenten aus der Massenfertigung hat dank einer hervorragenden Qualitätssicherung außerordentlich hohe Werte erreicht. Unter diesen Voraussetzungen konnten sich für sicherheitsrelevante Steuerungen besonders im Eisenbahn- und Luftverkehr sowohl für stationäre als auch mobile Einheiten Standardstrukturen etablieren, die auf Majoritätsredundanz beruhen. Hier profitieren vor allem ereignisdiskrete Sicherungsverfahren, z.B. Blocksicherung bei Zügen oder dreibegriffige/mehrbegriffige Lichtsignalanlagen bei Straßenkreuzungen oder Bahnübergängen. Bei der Überwachung und Erfassung kontinuierlicher Größen, z.B. Geschwindigkeiten, Positionen oder Hinderniserkennung wie etwa durch Multi-sensorsysteme, sind noch keine abschließenden Softwareverfahren oder Hardwarestrukturen erkennbar, wenngleich auch hier fehlertolerante Strukturen mit Selbstüberwachung und adaptierten Vertrauensintervallen im Vordergrund stehen. Dynamisch rekonfigurierbare Steuerungen für diese Aufgaben sind noch Gegenstand der Forschung, wenngleich diese Strukturen große Potentiale hinsichtlich der Verlässlichkeit aufweisen [BITSCH].

Interessant aus Sicht der Verlässlichkeit von Verkehrssystemen ist die Allokation der Steuerungsfunktion entweder zu (vielen) mobilen Einrichtungen, d.h. den Transportmitteln, oder zur Verkehrswegeinfrastruktur, wo insbesondere das Konzept zur Koordination beschränkter Fahrwegeressourcen eine stationäre Allokation gemäß offener Steuerung nahe legt. In den verschiedenen Verkehrsbereichen haben sich dem entsprechend unterschiedliche Sicherungsprinzipien und -techniken entwickelt, wie Bild 8 zeigt, was auch mit unterschiedlichen Maßen der Verlässlichkeit korreliert.

Die physische Ausführung dieser Funktionsprinzipien erfolgt entweder durch Menschen, die durch technische Einrichtungen, z.B. einfache Sensoren, aber auch komplexe Assistenzsysteme unterstützt werden oder ausschließlich durch Automatisierungsgeräte, z.B. Autopiloten, automatische Sicherungs- und Fahreinrichtungen sowohl mobil als auch stationär wahrgenommen werden [WILTSCHEK].

Die Steuerungsfunktionen brauchen jedoch dank heutiger Kommunikationstechnologien zukünftig nicht zwangsläufig ausschließlich wegeseitig angesiedelt zu werden. Offensichtlich besteht ein klares Defizit in der Kooperation strecken- und fahrzeugseitiger aktiver Regelungssysteme.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Die formalisierte Darstellung der Verkehrssicherheit in diesem Beitrag regt die Frage nach dem möglichen quantifizierbaren Sicherheitspotenzial an. Die dafür notwendigen Daten müssen hinsichtlich des individuellen Verkehrsmodus und dem jeweiligen Automatisierungsgrad einzeln ermittelt werden.

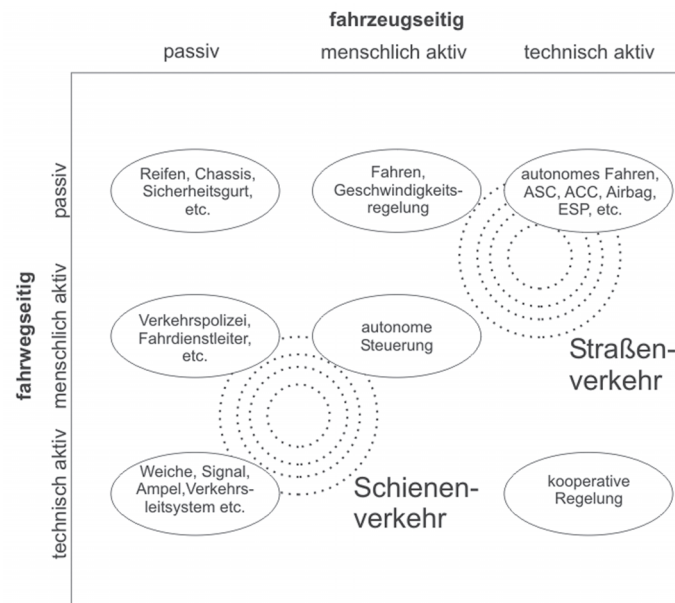


Bild 8: Allokation von Sicherheits- und Steuerungsfunktionen in den Verkehrsbereichen

Der bereits hoch automatisierte und zentral gesteuerte Schienenverkehr, besonders der automatisierte Schienennahverkehr, weist eine hohe Verfügbarkeit und Sicherheit auf. Eine Betrachtung der Bahnübergänge als Beispiel eines multimodalen Bereiches zeigt jedoch ein sehr hohes Risiko, das in den meisten Fällen auf undisziplinierte menschliche Verfehlungen der Autofahrer zurückzuführen und nur durch restriktive Automatisierung reduzierbar ist. Ebenfalls weist die hochprofessionelle Luftfahrt, besonders wenn optimal geschultes Personal involviert ist, eine sehr hohe Verfügbarkeit und Sicherheit auf.

Im Vergleich zum Flug- und Eisenbahnverkehr liegt die Sicherheitsverantwortung im Straßenverkehr in der Hand von unprofessionellen, undisziplinierten und nicht überwachten bzw. überwachbaren Menschen. Wird dort beispielsweise mittels Ausdehnung der fahrwegseitigen und hierarchisch verwalteten Verkehrsregelung ein Anstieg der Sicherheit erzielt, kann zwar daraus gleichzeitig ein Anstieg der Verfügbarkeit resultieren. Für diese Maßnahme müssen neben der Erfüllung drastischer gesetzlicher Anforderungen technische Neuerungen in den Bereichen Statuserkennung, der Feldkommunikation und der Planung/Verfolgung von Trajektorien umgesetzt sowie die Akzeptanz der betroffenen Personen vorausgesetzt werden. Der umgekehrte Ansatz erweist sich allerdings als Erfolg versprechender. So kann ein primär erzielter Anstieg der

Verfügbarkeit gleichzeitig die Sicherheit erhöhen. Ein attraktiver Ansatz kann ein kooperatives und lokal (fahrzeugseitig) ausgeführtes Verkehrsleitsystemkonzept darstellen. Auf Grund von bestehenden marktorientierten Interessen könnte dieser Ansatz auch zu einem Anstieg von Innovationen führen.

Dank

Der Autor dankt Herrn Dipl.-Ing. Jörn Drewes für seine Unterstützung bei der Erstellung dieses Aufsatzes.

Literatur

- [ACKERMANN] ACKERMANN, T (1998), Dissertation: Die Bewertung der Pünktlichkeit als Qualitätsparameter im Schienenpersonenverkehr auf der Basis der direkten Nutzenmessung, Universität Stuttgart.
- [BIKKER] BIKKER, G. & SCHROEDER, M. (2002), Dissertation: Methodische Anforderungsanalyse und automatisierter Entwurf sicherheitsrelevanter Eisenbahnleitsysteme mit kooperierenden Werkzeugen. Technische Universität Braunschweig, VDI-Verlag Düsseldorf.
- [BITSCH] BITSCH, F. (2003), A way for applicable formal specification of safety requirements by tool support, in proceedings: FORMS 2003, Budapest, Hungary.
- [EN 50126] CENELEC–Norm: EN 50126, Railway applications – The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS), Brussels, 1998.
- [EN 50128] CENELEC–Norm: EN 50128, Railway applications – Software for rail control and monitoring systems, Brussels, 1998.
- [ENGELL] ENGELL, S., G. FREHSE & E. SCHNIEDER (2002): Modelling, Analysis, and Design of Hybrid Systems, Springer LNCIS, ISBN: 3-540-43812-2, Germany.
- [FME] Formal Methods Europe Symposium, (Germany 2001, Denmark 2002, Italy 2003).
- [FORMS] Formal Methods for Railway Operation and Control Systems, (Germany 1998-2004, Hungary 2003).
- [HEILMANN] HEILMANN, K. (2002): Das Risiko der Sicherheit, Hirzel, ISBN: 3-7776-1148-4, Leipzig.
- [IEC 61508] International Standard (1998): Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems.

- [KUEHNE] KÜHNE, R. (2004): Ist Mobilität finanzierbar? Verleihung der Carl-Friedrich Gauss Medaille an Prof. Dr. Joachim Milberg, Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft.
- [SCHNIEDER99] SCHNIEDER, E. (1999), Methoden der Automatisierung. Beschreibungsmittel, Modellkonzepte und Werkzeuge für Automatisierungssysteme. Vieweg Verlag, ISBN: 3-528-06566-4
- [SCHNIEDER03] SCHNIEDER, E., (2003), Verlässlichkeit von Verkehrssystemen im Verfügbarkeits-Sicherheits-Diagramm. In: Signal & Draht 10/03.
- [SLOVAK03] SLOVÁK, R., J. MAY & E. SCHNIEDER (2003): PROFUND modelling for holistic risk and availability analysis by means of stochastic Petri nets applied to a level crossing control system. In: Tarnai, G.; Schnieder, E., Hrsg.: Formal Methods for Railway Operation and Control Systems, S. 221-232, Budapest. Symposium FORMS 2003, Budapest, 15.-16.05.2003, L'Harmattan. ISBN 963-9457-45-0.
- [WILTSCHKO] WILTSCHKO, T. (2004): Dissertation: Sichere Information durch infrastrukturgestützte Fahrerassistenzsysteme zur Steigerung der Verkehrssicherheit an Straßenknotenpunkten. Fortschritt-Bericht VDI, Reihe 12, Nr. 570. Düsseldorf: VDI-Verlag.
- [ZASTROW] ZASTROW, K. F. (2000): Dissertation: Analyse und Simulation von Entstörstrategien bei der Automatisierung von U-Bahnsystemen, Technische Universität Berlin.
- [ZHU] ZHU, P. (2001): Dissertation: Betriebliche Leistung von Bahnsystemen unter Störungsbedingungen, Technische Universität Braunschweig, VDI Verlag Düsseldorf.

Hat der Schienenverkehr Zukunft?*

DR. HERMANN LENKE

Ingendorfer Straße 29

D- 50259 Pulheim

Herkunft beeinflusst Zukunft

Eisenbahnen in Deutschland sind heute neben der Schifffahrt das älteste betriebene Verkehrssystem. Sie unterscheiden sich aber ganz wesentlich von der Schifffahrt dadurch, dass sie flächendeckend betrieben werden können.

Bereits in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts kam der Anstoß zum Bau der Eisenbahn. Ihr Bau, die Entwicklung ihrer Linien- und Streckenführung spiegeln sehr genau die jeweiligen politischen gesellschaftlichen und vor allem auch wirtschaftlichen Realitäten und deren schrittweisen Wandel wieder, den sie unübersehbar gefördert, aber den sie nur in Ausnahmefällen gezielt herbeigeführt haben. Das Interesse, mit Personen und Waren von A nach B zu gelangen, stand sehr klar am Anfang und war die Ursache für die erzeugte Initiative.

Kristallisationskerne für neue Eisenbahnen waren deshalb die damaligen politischen Zentren in Deutschland.

Beispiele sind die Städte Nürnberg, Fürth, Dresden, Berlin, Potsdam, München, Augsburg, Frankfurt, Mainz, Düsseldorf und Köln.

Um 1870 war das Eisenbahnnetz bereits auf 18.300 Kilometer Streckenlänge gewachsen und um diese Zeit beginnt auch das staatliche Interesse in den Bundesstaaten und in Preußen an der Eisenbahn zu wachsen. Neben der Erkenntnis, dass die Eisenbahn für die wirtschaftliche Entwicklung des jeweiligen Landes und für die Bevölkerungsstruktur erhebliche Bedeutung hatte, interessierte den Staat auch die strategische Bedeutung.

In der sich anschließenden Verstaatlichung der Eisenbahnen bis zum Ende des 19. Jahrhunderts und ihrem Aufgehen in der Reichsbahn, war es deshalb sicher kein Zufall, dass Organisation und Befehlsstränge dem des Heeres nachempfunden wurden.

* Vortrag gehalten beim Kolloquium anlässlich der Jahresversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft am 07. Mai 2004.

Sowohl im Ersten wie auch im Zweiten Weltkrieg lag folgerichtig fast die gesamte logistische Versorgung der Truppen bei der Deutschen Reichsbahn.

Während der Kaiserzeit gehörten Uniform, Säbel und Orden zur Ausstattung der Führungskräfte der Reichsbahn.

1914 hatte das Netz der Deutschen Reichsbahn seine größte Ausdehnung von mehr als 62.000 Kilometern erreicht.

1924 wurde die Deutsche Reichsbahn in eine Aktiengesellschaft umgewandelt, um aus den erwirtschafteten Gewinnen Reparationsleistungen aus dem Ersten Weltkrieg an die Siegerstaaten zu zahlen.

Während der Hitlerdiktatur wurde die Deutsche Reichsbahn wieder verstaatlicht. Nach dem Zweiten Weltkrieg war die Deutsche Eisenbahn das Verkehrsmittel, welches am schnellsten wieder funktionsfähig gemacht werden konnte.

Die Marktposition der Eisenbahnen im Nachkriegs- Deutschland

Seit ihrer Gründung hatten die Eisenbahnen eine marktbeherrschende Stellung im deutschen Verkehrsmarkt. Dies war die Ursache für starke administrative Kontrollen des Staates und der Gesetzgebung.

So schien es nur folgerichtig, 1949 im Grundgesetz vorzuschreiben, dass die Bundes Eisenbahnen in bundeseigener Verwaltung mit eigenem Verwaltungsunterbau geführt werden. In den fünfziger Jahren durch die stürmische Motorisierung und den damit verbundenen schnelleren Ausbau der Straßeninfrastruktur wandelte sich die Zielrichtung, sich vor dem Marktmissbrauch der Bundesbahn schützen zu müssen, sehr schnell in die Notwendigkeit, die Bundesbahn, insbesondere im Güterverkehr, vor der Konkurrenz des Straßengüterverkehrs schützen zu müssen. Über viele Jahre wurde deshalb der Straßen-Güterverkehr kontingentiert.

Die Folge dieser Entwicklung, die Bundesbahn unter Marktschutzmechanismen zu stellen und über eine Behördenstruktur dem Wettbewerbsdruck zu entziehen, war, dass sich von Anfang der sechziger Jahre an – dem Zeitpunkt, zu dem die Bundesbahn endgültig ihr Marktübergewicht verlor – der Zuschussbedarf aus dem Bundeshaushalt für die Deutsche Bundesbahn von null auf über 13 Milliarden DM zu Beginn der neunziger Jahre steigerte. In diese Summe ist noch zusätzlich einzurechnen, was sich die Deutsche Bundesbahn über den Weg der Verschuldung ihres Sondervermögens an Finanzierungsmitteln besorgte, nämlich über 50 Milliarden D-Mark in dem genannten Zeitraum.

Unter anderen Rahmenbedingungen, aber in den Wirkungen ähnlich, verlief die Entwicklung in der DDR bei der Deutschen Reichsbahn. Sie wurde durch ordnungspolitische Vorgaben innerhalb der Planwirtschaft geschützt. Alle Transporte außerhalb einer Nah- Zone waren im Regelfall über die Deutsche Reichs-

- Institut für Weltwirtschaft, Monopolkommission u. Deregulierungskommission : „**Verzicht auf Wettbewerbsbeschränkungen im Verkehrsmarkt.**“ Daher : „**Wettbewerb im Schienennetz bei Trennung von Fahrweg und Betrieb. Zulassung anderer Bahnen auf dem deutschen Schienennetz.**“

Bild 1: 1986 - 1990 Drei Gutachten läuten Veränderung des Verkehrsmarktes ein

bahn abzuwickeln. Die Folge nach der Wiedervereinigung war, dass mit einsetzendem Wettbewerb anderer Verkehrsträger die Verkehrsleistung der Deutschen Reichsbahn auf ein Viertel sank.

Verzicht auf Wettbewerbsbeschränkungen im Verkehrsmarkt

Ein Überdenken dieser Entwicklung wurde mit drei wichtigen Gutachten zum Ende der achtziger Jahre eingeleitet, nämlich dem des Instituts für Weltwirtschaft 1986, dem der Monopolkommission 1988/89 und dem der Regulierungskommission 1990. In allen Gutachten wurde faktisch ein gleich lautendes Urteil über den damaligen Verkehrsmarkt gefällt (Bild 1).

Wettbewerbsbeschränkungen sind überflüssig und schädlich.

Obwohl viele ursprünglich zugunsten der Bahn eingeführt wurden, haben sie letztlich zum Niedergang des Schienenverkehrs beigetragen. Empfohlen wurde in allen Gutachten ein völliger Verzicht auf Wettbewerbsbeschränkungen. In der Analyse der Eisenbahn wurde herbe Kritik geübt. Sie entzündete sich vorrangig an den Rahmenbedingungen, unter denen die DB arbeiten musste. Kurz gefasst, unter untauglichen Rahmenbedingungen (kein Wettbewerbsrisiko, pauschale Defizitabdeckung, Gültigkeit des öffentlichen Dienstrechts, Missbrauch der DB zur Arbeitsmarktpolitik usw.) konnte die DB nicht erfolgreich sein.

Gleich lautend wurde in allen Gutachten für die Ausschreibung gemeinwirtschaftlicher Verkehre plädiert. Vergabe an denjenigen, der für ein definiertes Angebot die geringste Abgeltung fordert.

Die Empfehlung für die Eisenbahn lautete daher in allen Gutachten einheitlich: Wettbewerb im Schienennetz bei Trennung von Fahrweg und Betrieb. Netz und Betrieb der Deutschen Bahnen sollen als eigene Wirtschaftseinheiten verselbstständigt, und neben der DB als Beförderer auch andere Bahnen zugelassen werden.

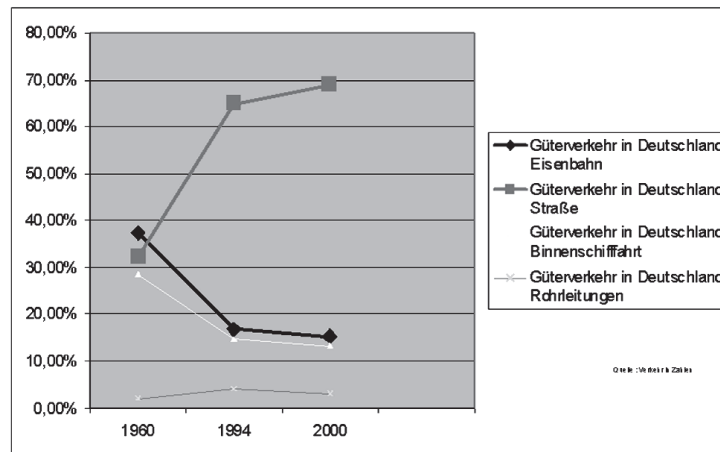


Bild 2: Güterverkehr in Deutschland
(Sinkender Anteil der Bahn)

Die gewaltigen Veränderungen am Verkehrsmarkt verdeutlicht am besten die Darstellung des Güterverkehrs in Deutschland. Während der Straßengüterverkehr zwischen 1960 und 1990 seinen Anteil nahezu verdoppelt hat, halbierte sich der Anteil der Eisenbahn (Bild 2).

Zur Deutschen Bundesbahn wurden Ende der 80er Jahre ähnliche Überlegungen im Bundesverkehrsministerium angestellt, die in einer Kabinettsvorlage eine grundlegende Neuordnung des Eisenbahnwesens forderten.

Daraufhin von der Bundesregierung beauftragt begann 1989 eine „Regierungskommission Bundesbahn“ ihrer Arbeit zur Reform der Eisenbahnen in Deutschland. Der Druck, von bisherigen Lösungsmustern abzugehen, wurde insbesondere durch die Wiedervereinigung verstärkt. Die Lasten aus der Vergangenheit durch das Reichsbahn Erbe verdoppelten die entstandenen Lasten der Bundesbahn für den Bundeshaushalt. 40 Jahre lang war in die Infrastruktur der Deutsche Reichsbahn (DR) nicht mehr investiert worden. Als Konsequenz hielt sich die DR zur Aufrechterhaltung des Betriebes einen Personalbestand, der gemessen an der abgesetzten Verkehrsleistung etwa dreimal so hoch war wie bei der Deutschen Bundesbahn.

Die Deutsche Bahnreform

Ende 1991 legte die Regierungskommission Bundesbahn ihren Bericht vor, dessen Empfehlungen im wesentlichen in den Kabinettsbeschluss der Bundesregierung vom 15. Juli 1992 übernommen wurden (Bild 3).

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen • Befreiung von den Altschulden von Bundesbahn und Reichsbahn (ca. 67 Mrd DM) • Neubewertung des Anlagevermögens • Übernahme von durch die Wiedervereinigung bedingten Altlasten durch den Bund • „Regionalisierung „ des Schienenverkehrs , Befreiung der DB AG von gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen • Finanzierung des Netzausbau durch den Bund • Öffnung des Netzes für Dritte und Wettbewerb | <ul style="list-style-type: none"> • Ziele • Finanzielle Sanierung der Bahn • Entlastung des Staatshaushaltes • Stärkere Beteiligung der Bahn am national und international erwarteten Verkehrswachstum • Unternehmerische Strukturen in der Bahn • Gleichstellung der Wettbewerbsbedingungen der Bahn mit anderen Verkehrsträgern |
|---|---|

Bild 3: Bahnreform: Maßnahmen und Ziele

Die wichtigsten Beschlüsse waren:

1. Die Vereinigung der beiden Sondervermögen Deutsche Bundesbahn und Deutscher Reichsbahn und Überführung von der Behörde in ein Wirtschaftsunternehmen. Das Wirtschaftsunternehmen sollte die Form einer Aktiengesellschaft erhalten, zunächst mit drei Unternehmensbereichen Güterverkehr Personenverkehr und Fahrweg, die nach drei Jahren unter einer gemeinsamen Holding in drei Aktiengesellschaften überführt werden. Nach weiteren fünf Jahren sollte die Holding aufgelöst werden.

Im Gesetzgebungsverfahren ist von diesem Vorschlag abgewichen worden. Ursachen waren Befürchtungen der Gewerkschaft und der damaligen Oppositionspartei SPD, bei einem solchen Vorgehen würden Arbeitsplätze der neuen Organisation in erheblichem Umfang auf der Strecke bleiben und zusätzliche „Altlasten“ für den Bund entstehen. Die zwingende Auflösung der Holding nach 5 Jahren wurde daher gestrichen und die Ausgliederung der Unternehmensteile in Aktiengesellschaften um 1 Jahr nach hinten verschoben.

Dem neuen Unternehmen DB AG wurde damit die konsequente und eindeutige Orientierung auf Marktöffnung und Wettbewerb eingeschränkt.

2. Der neuen Aktiengesellschaft wurden zum Start die Belastungen und Verpflichtungen aus zurückliegenden Wirtschaftsperioden abgenommen. Dies betraf im Wesentlichen die Übernahme des Nachholbedarfs bei der Instandhaltung und Investition in Anlagen der Deutschen Reichsbahn sowie die Übernahme derjenigen Personalaufwendungen, die in Folge des Rückstands bei Unterhaltung und Investitionen kurzfristig nicht abgebaut werden konnten.

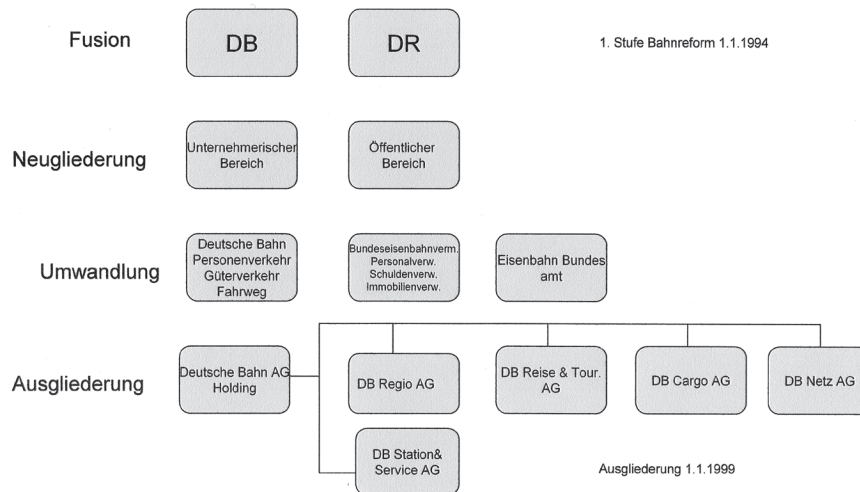


Bild 4: Der Prozess der Bahnreform

Dazu zählten auch die Übernahme aufgelaufener Verschuldung bei Bundesbahn und Reichsbahn sowie der ökologischen Altlasten bei der Reichsbahn und die Abnahme überhöhten Personalaufwands bei der Deutschen Bundesbahn.

3. Eine entscheidende Neuerung war die sog. „Regionalisierung“ des Schienenpersonennahverkehrs. Regionalisierung bedeutet in diesem Zusammenhang, dass derjenige, der Leistungen im Schienenpersonennahverkehr wünscht, die nicht kostendeckend gefahren werden können, das beauftragte Nahverkehrsunternehmen mit zusätzlichen Zahlungen in die Lage versetzen muss, seine Aufwendung zu decken. Für die Bundesländer war dies ein ganz entscheidender Fortschritt, weil es ihnen die Möglichkeit gab, über Ausschreibung und Wettbewerb den öffentlichen Zuschuss im gemeinwirtschaftlichen Bereich zu minimieren.
4. Das Netz der DB AG sollte diskriminierungsfrei auch Drittbenutzern geöffnet werden. Die Grundlagen eines Trassenpreissystems bedurften der Genehmigung durch den Bundesverkehrsminister.
5. Der Bund sollte wie bei den Straßen des Bundes im Wege eines Schienenausbaugesetzes die Finanzierung der Schieneninvestitionen übernehmen. Mit Inbetriebnahme der jeweiligen Projekte sollten im Fahrwegbereich in Höhe der jeweiligen Abschreibungen Gelder an den Bund zurückgeführt werden (Bild 4).

Diese Vorschläge wurden in das Gesetzgebungsverfahren übernommen und umgesetzt. Eingefügt wurde auf Druck der Bundesländer in die Verfassung, dass

die Netzinfrastuktur der früheren Bundeseisenbahnen zu über 50% in der Verantwortung des Bundes bleiben muss.

Der Erfolg der Bahnreform nach 10 Jahren

Die Politik ist in den bisherigen Jahren der Bahnreform den weiteren Geschehnissen, was die wirklichen substantiellen Veränderungen der Bahn anging, mehr oder weniger unbeteiligt gegenübergetreten. Man ist offensichtlich der Meinung, die AG und ihr Management würden die neue starke Rolle der Eisenbahn im Verkehrsmarkt aus sich selbst sicherstellen. Das Wunschdenken in diesem Zusammenhang wird auch an den Prognosen des BMVBW im Zusammenhang mit den Verkehrswegeplänen 1992 und 2003 deutlich. Die mögliche Verlagerung von Güterverkehr auf die Schiene wurde und wird erheblich überschätzt.

Großprojekte im Schieneninfrastrukturbereich werden nicht nur nach Rentabilitätskriterien des Netzbetreibers entschieden, sondern sind politische Verhandlungsmasse für vielfältige sonstige Interessen.

Nur so ist erklärbar, dass Investitionen die in den letzten 10 Jahren fast 50% des Umsatzes der DB AG ausmachten, kaum feststellbare Ergebnisverbesserungen brachten.

Die von der Regierungskommission ins Auge gefasste Privatisierung oder Teilprivatisierung von Eisenbahntransportunternehmen hat keine Priorität.

Im Januar dieses Jahres hat der Vorstandsvorsitzende der DB AG die Ergebnisse von 10 Jahren Bahnreform aus der Sicht der DB AG dargestellt. Maßstab waren für ihn die Ziele der Bahnreform:

1. Die Entlastung des Bundeshaushaltes und damit des Steuerzahlers,
2. „Mehr Verkehr auf die Schiene“ und damit die Entlastung vor allem der Straße (Bild 5).

Die Berechnung einer fiktiven Entlastung der Staatsfinanzen bezieht sich auf eine so genannte Modellrechnung, die 1991 von der Regierungskommission aufgestellt wurde. Verglichen wurde damals, welche Belastungen kommen auf den Bundeshaushalt zu, wenn alles so weiter läuft wie bisher, und wie reduzieren sich die Belastungen, wenn die beiden Deutschen Bahnen vereinigt und in die Form einer Aktiengesellschaft überführt werden und beide Bahnen von ihren Altlasten befreit werden.

Die Berechnungen der Kommission bezogen sich auf den Zeitraum unmittelbar nach Abgabe des Berichtes von 1991 bis 2000.

Tatsächlich konnte die Bahnreform wegen der schwierigen gesetzgeberischen Prozesse erst am 01.01.1994 beginnen.

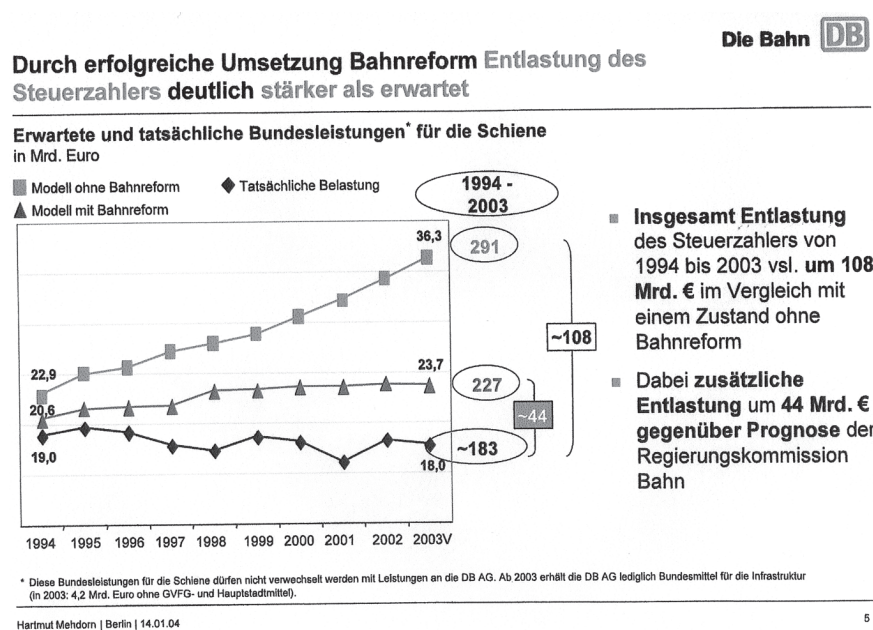


Bild 5: Erfolg der Bahnreform aus Sicht der DB AG.

Für die Haushaltsplanungen des Bundes wurden deshalb die Berechnungen der Regierungskommission vom Bundesverkehrsministerium (Ref. E22 vom 5.02.1993) auf den Zeitraum 1994 bis 2003 fortgeschrieben.

Der wesentliche Unterschied der beiden unterschiedlichen 10 Jahresbetrachtungen besteht darin, dass die Regierungskommission beim Modell der Aktiengesellschaft wesentlich höhere Gewinne als Einnahmen für den Eigentümer Bund unterstellt.

22.8 Mrd. € an Dividenden und Steuern auf der Einnahmeseite der (Regierungskommission) gegenüber rd. 0,4 Mrd. € bei der haushaltsorientierten Fortschreibung der Modellrechnung (Bild 6).

Die von der DB AG aufgezeigte Entlastung von 108 Mrd. € gegenüber dem Trendmodell vor der Bahnreform ist, denke ich, ein Erfolg. Er bestätigt eindrucksvoll die Richtigkeit und Notwendigkeit zu Anfang der 90 er Jahre die Neuordnung der Deutschen Eisenbahnen anzugehen.

Sorgen macht allerdings die Verfehlung der Gewinnprognosen gegenüber der Berechnung der Regierungskommission. Im Vergleich zur Trendentwicklung ist zwar die Verbesserung der Ist-Entwicklung gewaltig, aber die hohen Verluste

Fortschreibung der Modellrechnung Regierungskommission durch BMV auf die Jahre 1994 bis 2003 und Vergleich mit Istentwicklung DB AG

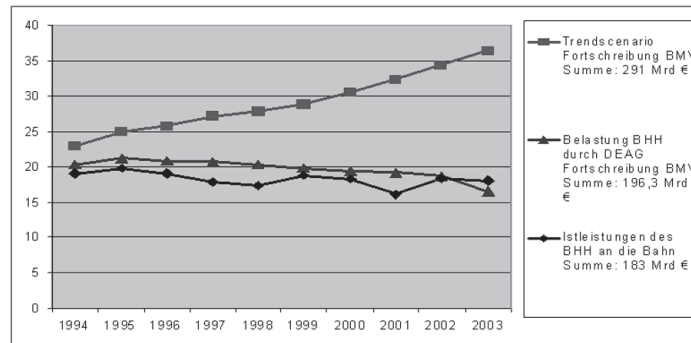


Bild 6: Entlastung des Bundeshaushaltes durch die Bahnreform

des Trends sind natürlich zum größten Teil auf die dort nicht abgenommenen Altlasten zurückzuführen.

Zum Marktwachstum der DB AG in den letzten 10 Jahren macht der Vorstandsvorsitzende der DB AG zwei Aussagen (Bild 8).

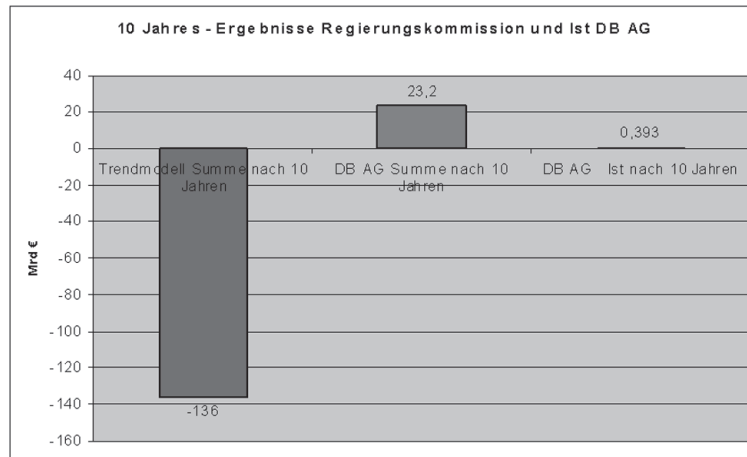
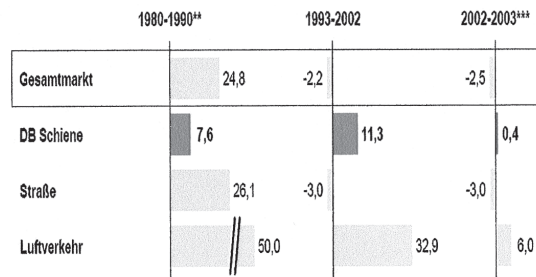


Bild 7: Vergleich des Jahresergebnisses DB AG mit der Modellrechnung der Regierungskommission

Im Personenverkehr gewinnt die Bahn seit der Bahnreform Marktanteile in einem leicht rückläufigen Markt



Entwicklung Verkehrsleistung Personenverkehr, prozentuale Veränderung
Basis Pkm*



* Quelle: Verkehr in Zahlen, Geschäftsberichte DB AG, eigene Berechnungen; ** nur alte Länder

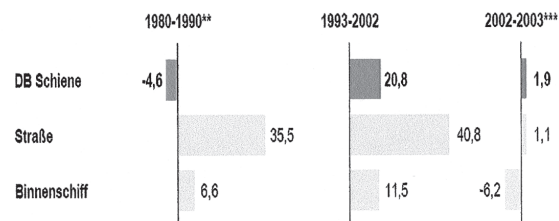
*** Schätzung per November 2003

Hartmut Mehdorn | Berlin | 14.01.04

Im Güterverkehr nimmt die Bahn wieder am Marktwachstum teil



Entwicklung Verkehrsleistung Güterverkehr, prozentuale Veränderung
Basis tkm*



* Quelle: Verkehr in Zahlen, Geschäftsberichte DB AG, VDV-Statistik, eigene Berechnungen; ** nur alte Länder,

*** Schätzung per November 2003

Hartmut Mehdorn | Berlin | 14.01.04

Bild 8: „Mehr Verkehr auf die Schiene.“ (aus Vortrag Dr. Mehdorn vom 14.01.04.

- „Im Personenverkehr gewinnt die Bahn seit der Bahnreform Marktanteile in einem leicht rückläufigen Markt.“
- „Im Güterverkehr nimmt die Bahn wieder am Marktwachstum teil.“(Bild 9)

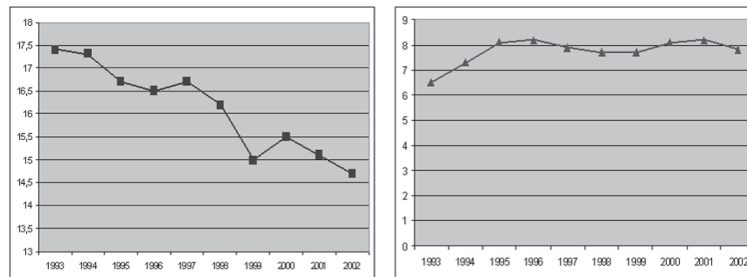
Entwicklung der Anteile an der Verkehrsleistung im Güter- und Personenverkehr
in %

Bild 9: In 10 Jahren Bahnreform Mehrverkehr auf der Schiene?

Die absoluten Verkehrsleistungen sagen allerdings nichts oder wenig über die Entwicklung im gesamten Verkehrsmarkt aus. Bei der Betrachtung der relativen Verkehrsleistungsanteile hat sich die Position des Schienenverkehrs im Güterverkehr um rd. 2 Prozentpunkte verschlechtert und im Schienenpersonenverkehr um einen Prozentpunkt verbessert und dann auf diesem Niveau stabilisiert.

Die etwas euphorische Einschätzung der Marktentwicklung findet man, wie schon erwähnt, in den Prognosen der Bundesregierung in den Bundesverkehrswegeplänen 92 und 2003 gespiegelt (Bild 10).

Die Personenverkehrsentwicklung auf der Schiene wird einigermaßen realistisch vorausgesagt, während im Güterverkehr offensichtlich Wunschdenken dominiert.

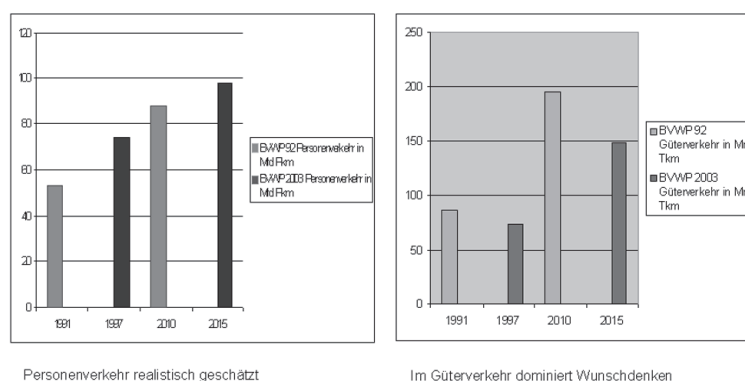


Bild 10: BVWP Prognosen der Eisenbahn

Mit diesem Ergebnis sind bei der jetzigen Zwischenbilanz sicher nicht die Erwartungen aller Bahnreformbefürworter erfüllt. Aber die Bahnreform in Deutschland ist kein isoliertes Ereignis geblieben, sondern hat auch europäische Wechselwirkungen ausgelöst.

Der Eisenbahnreformprozess in Europa

Schweden war das erste Land, das die Ursachen der Verluste seiner Eisenbahn auch in den Infrastrukturkosten lokalisierte, die wegen der geringen Netzauslastung von der Schwedischen Staatsbahn nicht zu erwirtschaften waren. Bereits 1988 erfolgte daher eine Trennung in eine staatliche Infrastrukturorganisation (Banverket) und das Transportunternehmen SJ. Als Trassenbenutzungsgebühren wurden nur noch Grenzkosten verrechnet (Bild 11).

Zeitlich etwa gleichzeitig lief der Reformprozess 1994 in Deutschland und Großbritannien an. Der Reformweg war in GB aber wesentlich radikaler.

Der Schienenpersonenverkehr wurde an private oder öffentliche Unternehmen auf der Basis regionaler Konzessionen ausgeschrieben. Güterverkehr, Instand-

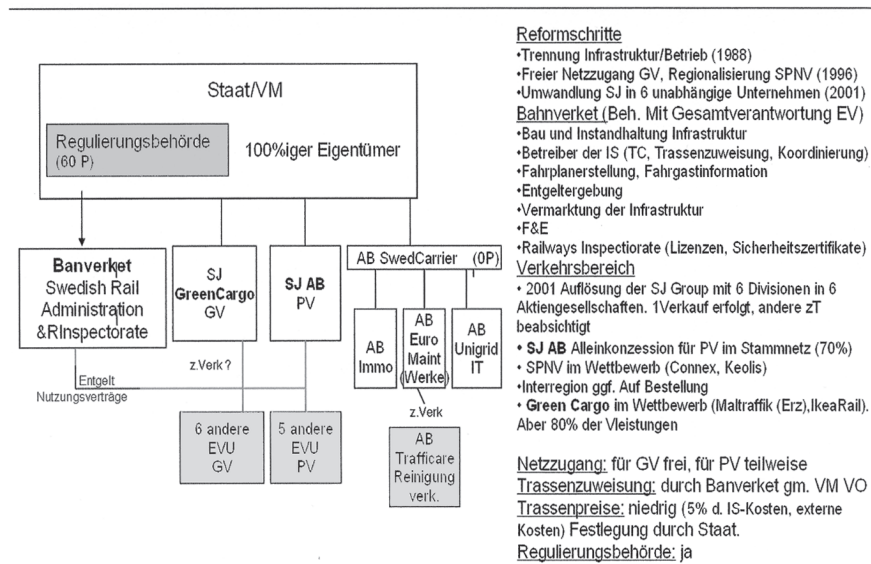
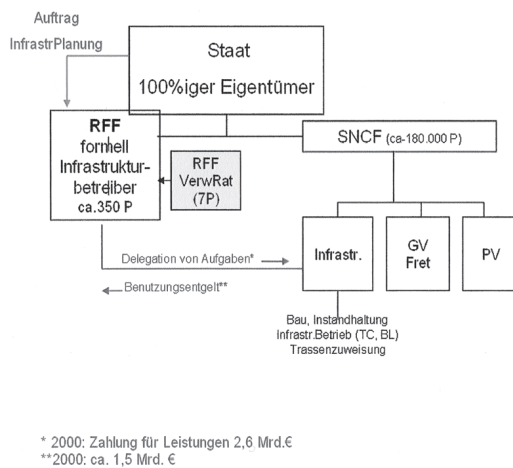


Bild 11: Bahnreform in Schweden

Frankreich: SNCF / RFF**Reformschritte**

- 1997 formelle institutionelle Trennung von Fahrweg (RFF) und Betrieb (SNCF).
- SNCF sowie RFF agieren wie ein öffentliches Unternehmen als EPIC
- Finanzielle Sanierung: Schulden (ca. 150 Mrd FFR) auf RFF übertragen. Seither Verschuldung SNCF stabil (ca. 7 Mrd. €), RFF leicht steigend (ca. 23 Mrd. €)

RFF

- Eigentümerin der IS, Träger der Schulden
- Beauftragte für Entwicklung und Finanzierung IS
- formal Betreiber der IS (delegiert an SNCF)
- VerwRat: 7 Vertreter der Ministerien

SNCF

- EVU für PV und GV sowie SPNV (Verträge mit Regionen)
- Beauftragter Betreiber der IS mit Funktionen Bau, Instandhaltung, BL und TC, Trassenzuweisung (Fahrplan)

Netzzugang: auf die Minimalanforderungen des EU-Rechtes begrenzt (91/440) und Belfret

Lizenzen: theoretisch bei VM zu beantragen.

Aber noch kein Antrag gestellt.

Trassenvergabe: bei RFF, wird an SNCF weitergeleitet. Faktisch kein Marktzugang für Dritte.

Regulierungsstelle: noch keine Festlegung

Bild 12: Bahnreform in Frankreich

haltung, das Verleasen von Fahrzeugen sowie das Betreiben und die Instandhaltung der Netzinfrastuktur ging auf handelsrechtliche Gesellschaften über. Interessant war die Lösung für den staatlichen Anteil an der Finanzierung der Eisenbahn. Anders als in Deutschland ging Großbritannien davon aus, dass die Eisenbahninfrastruktur voll über die Streckenbenutzungsgebühren der Transportunternehmen zu finanzieren sei.

Über die Ausschreibung der Konzessionen sollte sich das erfolgreiche Transportunternehmen den Zuschuss erkämpfen, mit dem alle Aufwendungen (einschließlich Trassengebühren) gedeckt und mit den Fahrgasteinnahmen ein auskömmliches Ergebnis erreicht werden könnte. Wie wir heute wissen war dieses Modell nicht erfolgreich, vor allem weil es keine Institution gab, die sich um die offenen Schnittstellen (bei Fahrkarten, Tarifen, Fahrplänen, Anschlüssen) und durchgehende Kundenbetreuung kümmerte (Bild 12, 13).

Erst ab der zweiten Hälfte der 90 er Jahre erfasste die Reformdiskussion auch die übrigen EU Länder. Die Kommission der EU nahm diese Reformgedanken gerne auf, waren doch Veränderungen im Eisenbahnsektor bis dahin auf die Blockade bei fast allen Mitgliedsländern gestoßen.

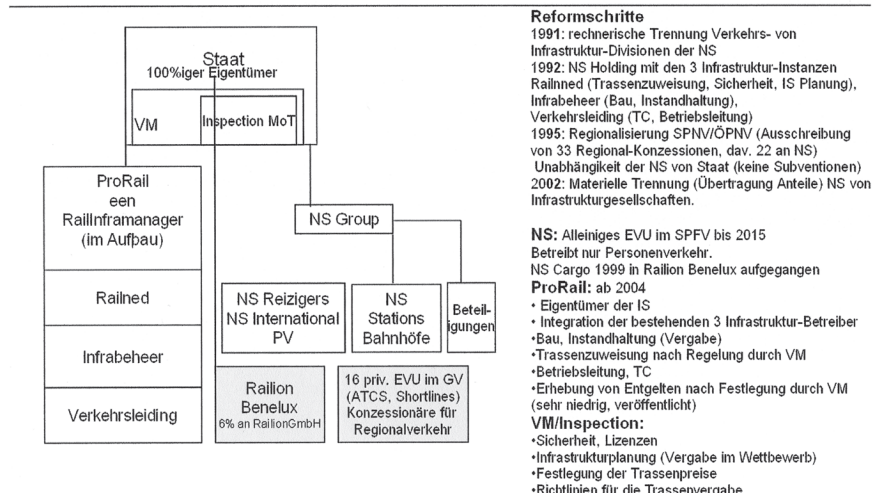
Niederlande: NS / ProRail

Bild 13: Bahnreform in Holland.

Die europäische Gesetzgebung und verkehrspolitische Diskussion

Die Handlungsnotwendigkeit begründet die EU Kommission im Weißbuch zur Europäischen Verkehrspolitik vom September 2001:

„Die unzureichende Wettbewerbsfähigkeit der Schiene gegenüber anderen Verkehrsträgern, vor allem der Straße, ist der Grund für den Rückgang der Schiene insbesondere im Güterverkehr. Die Wettbewerbsfähigkeit der Schiene wird de facto weitgehend durch die überkommene Abschottung der nationalen Netze beeinträchtigt.“

„Rechtliche und technische Regeln haben dazu beigetragen, den Eisenbahnraum geografisch zu zersplittern. Daran hat sich bis heute nichts geändert (Bild 14).

Das Fehlen einer Marktöffnung bei den nationalen Eisenbahndiensten schränkt die Wettbewerbsfähigkeit des Schienenverkehrs ein. Die anderen Verkehrsträger haben einen offenen Güterverkehrsmarkt mit einer europäischen Dimension.

Die nationalen Eisenbahnnetze und -systeme sind noch nicht interoperabel. Sie können nicht auf integrierte Weise funktionieren.“

Die Regeln des Schienenverkehrs, dabei insbesondere die Sicherheitsvorschriften, unterscheiden sich (Bild 15).

Am 26.02.2001 haben Europäisches Parlament und Ministerrat daher die Richtlinien 2001/12, 2001/13 und 2001/14 beschlossen. Diese Richtlinien verpflichten

In 65% der Länder findet faktisch noch kein „Wettbewerb“ statt

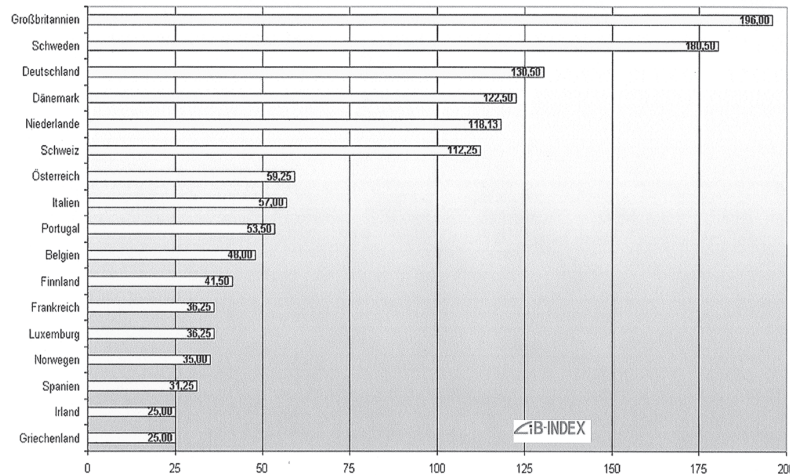


Bild 14: IBM Studie 2002 zum Stand der Liberalisierung

ten alle Mitgliedsstaaten vor dem 15.03.2003 dafür Sorge zu tragen, dass allen zugelassenen Eisenbahnunternehmen der Gemeinschaft, die die Sicherheitsbedingungen erfüllen, die Möglichkeit gegeben wird, Gütertransporte in einem

Das „Infrastrukturpaket“

Die bisherigen Fortschritte

✓ 15.03.2001: Inkrafttreten der Richtlinien

2001/12 - Zugangsrechte
2001/13 - Genehmigungen
2001/14 - Fahrwegkapazität

Die Mitgliedstaaten müssen vor dem 15. März 2003

- Die grenzüberschreitenden Güterverkehrsdienste auf dem transeuropäischen Verkehrsnetz und 2008 auf dem gesamten Netz **öffnen**.
- Entscheidungsbefugnisse zur Gewährleistung eines gerechten Zugangs zur Eisenbahninfrastruktur **Betreibern** übertragen, die von den Eisenbahnunternehmen **unabhängig** sind, sowie Regulierungsstellen einrichten.
- Eine **transparente Regelung** für die Zuweisung von Fahrwegkapazität und die Erhebung von Entgelten für die Nutzung von Eisenbahninfrastruktur schaffen.

Bild 15: Die Perspektive der Eisenbahn in Europa I.

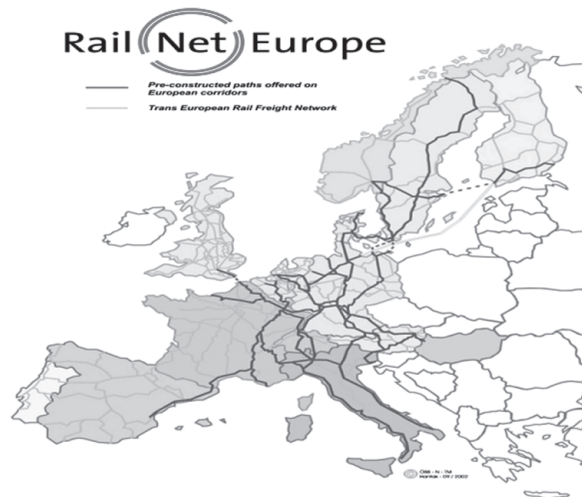


Bild 16: Europäisches Güterzugnetz ab 2003

transeuropäischen Schienengüternetz durchzuführen. Dazu zählt auch der Zugang zu den wichtigsten Terminals und Häfen. Nach 2008 soll das Trans-europäische Schienengüternetz das gesamte europäische Schienennetz erfassen (Bild 16).

- Entscheidungsbefugnisse zum Zugang zur Eisenbahninfrastruktur sollen nur solchen Betreibern übertragen werden, die von den Eisenbahntransportunternehmen unabhängig sind. Eine Regulierungs- und Beschwerdestelle ist einzurichten.
- Für die Zuweisung von Fahrwegkapazität und die Erhebung von Nutzungsentgelten der Eisenbahninfrastruktur sollen transparente Regelungen geschaffen werden (Bild 17).

In allen EU Staaten gibt es natürlich Verhaltensweisen, Umsetzungen von Richtlinien in nationales Recht lange hinauszuschieben. Teilweise werden auch Regelungen unterlaufen, bis der Europäische Gerichtshof Versäumnisse mit entsprechenden Strafen bewehrt. Man kann jedenfalls nicht feststellen, dass diese Regelungen in allen Mitgliedsstaaten bereits geübte Praxis seien.

Der Kurs der EU beweist gleichwohl Kontinuität. Seit 2002 werden in Parlament und Ministerrat 5 neue Rechtsakte diskutiert. Auch sie sollen das Ziel haben grenzenlosen Eisenbahnverkehr in Europa ohne Diskriminierung von Verkehrsteilnehmern zu begünstigen (Bild 18).



Bild 17: EU Kritik der geltenden Richtlinien

1. Ein Richtlinienentwurf zur Entwicklung eines gemeinsamen Eisenbahnsicherheitskonzeptes. 4 Punkte sollen verbessert werden:
 - Sicherheitsvorschriften modernisieren u. harmonisieren
 - Vereinheitlichung der Sicherheitsbescheinigung, die Eisenbahnen als Voraussetzung für die Benutzung von Strecken vorweisen müssen.
 - Transparenz, Informationszugang und die Anwendung ordnungsgemäßer Verfahren bei der Regulierung des Eisenbahnwesens.

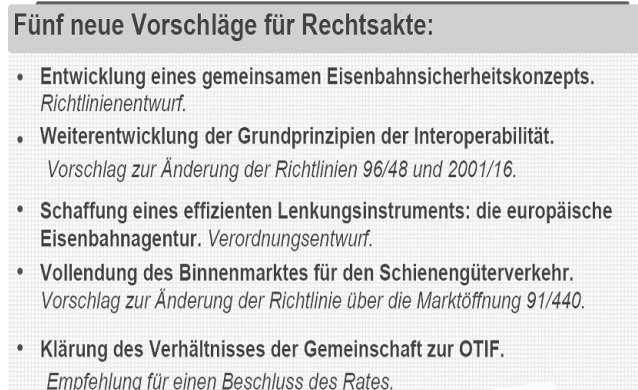
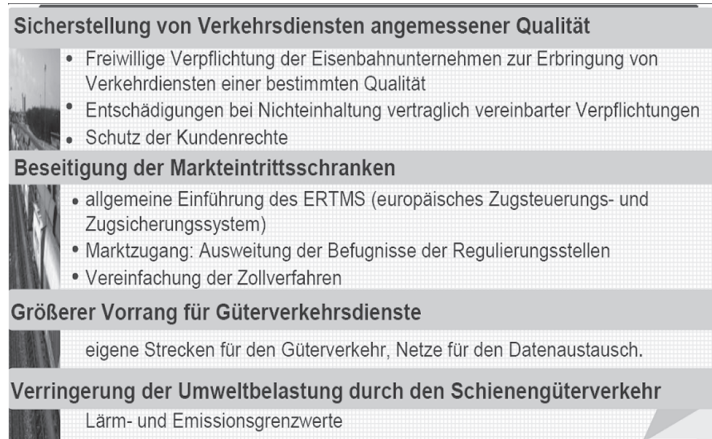


Bild 18: Die Perspektive der Eisenbahn in Europa II.

- Untersuchung von Unfällen und Störungen durch unabhängige Untersuchungs-Stellen.
- 2. Vorschlag zu einer Änderung der Richtlinien 96/48 und 2001/16 zwecks Weiterentwicklung der Grundprinzipien der Interoperabilität.
Die Erstellung von Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI) soll für den Hochgeschwindigkeitsverkehr und den konventionellen Eisenbahnverkehr aktualisiert werden. Vor dem Hintergrund einer schnelleren Öffnung des gesamten europäischen Eisenbahnnetzes ist eine Gruppe von vorrangigen TSI bis 2004 zu erlassen. Diese betreffen Zugssteuerung, Zugsicherung, Signalgebung, Telematikanwendungen für den Güterverkehr, Verkehrssteuerung und die Minderung der Lärmemission von Güterwagen.
- 3. Verordnungsentwurf zur Schaffung einer europäischen Eisenbahnagentur. Die Agentur soll Gruppen von technischen Experten anleiten, die den Auftrag haben, gemeinsame Lösungen für Interoperabilität und Sicherheit zu entwickeln.
- 4. Änderung der Richtlinie 91/440 zur Vollendung des Binnenmarktes für den Schienengüterverkehr. Die Kommission schlägt vor, die Marktöffnung auf die nationalen Güterverkehrsdienste zu erweitern. Die Marktöffnung soll bis 2006 abgeschlossen sein und das ganze Netz erfassen.
- 5. Empfehlung für eine Entscheidung des Rates der Zwischenstaatlichen Organisation für den internationalen Eisenbahnverkehr (OTIF) beizutreten. Die OTIF erarbeitet Regeln für den Eisenbahnverkehr. Es geht beim Beitritt um die Wahrnehmung von Einfluss der EU.

Das Ziel der EU den Eisenbahnverkehr aus der nationalen Obhut zu nehmen und vollständig – vergleichbar mit den anderen Verkehrsträgern – zu liberalisieren wird auch bei den Vorstellungen der Kommission für die Zukunft deutlich (Bild 19):

- Geplante Maßnahmen im Schienengüterverkehr
 - Genehmigung von Angebotsnischen für nicht im Eisenbahnsektor tätige Unternehmen
 - Verpflichtung der Eisenbahnunternehmen zur Verbesserung der Servicequalität
 - Schadensersatz für Nichteinhaltung der vertraglichen Verpflichtungen
 - Schutz des Kundenrechts
 - Aufbau des europäischen Eisenbahnleitsystems (ERTMS) im gesamten Netz
 - Stärkung der Kompetenzen der Regulierungsstelle beim Marktzugang
 - Vereinfachung der Zollverfahren



Sicherstellung von Verkehrsdiensten angemessener Qualität

- Freiwillige Verpflichtung der Eisenbahnunternehmen zur Erbringung von Verkehrsdiensten einer bestimmten Qualität
- Entschädigungen bei Nichteinhaltung vertraglich vereinbarter Verpflichtungen
- Schutz der Kundenrechte

Beseitigung der Markteintrittsschranken

- allgemeine Einführung des ERTMS (europäisches Zugsteuerungs- und Zugsicherungssystem)
- Marktzugang: Ausweitung der Befugnisse der Regulierungsstellen
- Vereinfachung der Zollverfahren

Größerer Vorrang für Güterverkehrsdienste

eigene Strecken für den Güterverkehr, Netze für den Datenaustausch.

Verringerung der Umweltbelastung durch den Schienengüterverkehr

Lärm- und Emissionsgrenzwerte

Bild 19: Geplante weitere Maßnahmen der EU im Güterverkehr

- Schaffung prioritärer Eisenbahnlinien für den Güterverkehr
- Schaffung eines Datennetzes für den Schienengüterverkehr
- Neue Grenzwerte für Lärm- und Schadstoffemissionen (Bild 20).



Öffnung des Marktes für den Schienenpersonenverkehr

Drei mögliche Etappen

- Öffnung von "Nischenmärkten": vor allem Nachtzüge und Autoreisezüge
- Öffnung aller grenzüberschreitenden Verkehrsdienste ausschließlich Kabotage (z. B. Hochgeschwindigkeitsverkehr)
- Öffnung aller grenzüberschreitenden Verkehrsdienste einschließlich der Möglichkeit der Kabotage

Stärkung der Fahrgastrechte

Verordnung über Vertragsbedingungen, Konsultation der Verbraucher, Bearbeitung von Beschwerden, Streitbeilegung, Entschädigungen bei Verspätungen, Bereitstellung von Informationen.

Bild 20: Geplante weitere Maßnahmen der EU im Personenverkehr

- Geplante Maßnahmen zur Verbesserung des Schienenpersonenverkehrs
 - Öffnung des Schienenpersonenmarktes in mehreren Stufen; Nischen (Nachtzüge, Autoreisezüge); danach Dienste ohne Kabotage; danach alle Dienste
 - Stärkung der Rechte der Bahnreisenden; Entwurf einer Verordnung über die Verträge; Verbraucherberatung, Bearbeitung von Beschwerden; Entschädigung für Verspätungen; Entscheidung bei Konflikten

Die zentrale Rolle der Eisenbahninfrastruktur

Seit dem Beginn der Bahnreform in Deutschland wurden über 40 Mrd. € in die Eisenbahninfrastruktur investiert. Weniger als die Hälfte waren Ersatzinvestitionen.

Von den Investitionen, die der Erweiterung des Schienennetzes dienten, hätte deshalb ein Effekt für den Netzzumsatz ausgehen müssen (Bild 21).

Signifikante Steigerungen der Zugkilometer sind aber nicht feststellbar und daher wahrscheinlich auch keine entsprechende Steigerung der Netzzumsätze.

Angebot und Nachfrage bei Netztrassen und ein sich daraus bildender Preis sind bei der Nutzung der Eisenbahninfrastruktur nicht vorgesehen. Es gibt Einheitspreise für bestimmte Nutzungsarten (Güterverkehr, Personennahverkehr, Personenfernverkehr). Diese Einheitspreise müssten eigentlich zu ständigen Konflikten unter den Nachfragern führen, weil die einzelne Fahrplantrasse natürlich

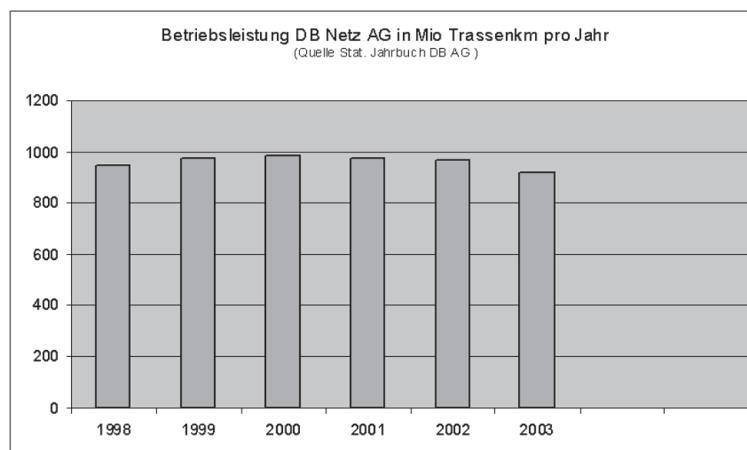


Bild 21: Auslastung der Schieneninfrastruktur in Deutschland

kein homogenes Gut ist, sondern in seiner Wertschätzung beispielsweise von bestimmten Zeitlagen oder betrieblichen Profilen abhängig ist.

Die Konflikte schwelen und können nicht befriedigend gelöst werden, weil Prioritäten bei der Nachfrage nicht über den Preis ausgedrückt werden können, sondern über traditionelle betriebliche Prioritätsregeln (ICE vor Nahverkehr und Güterverkehr) oder „Großvaterrechte“.

Folgerichtig gibt es für die Netz AG weder Transparenz über die Zahlungsbereitschaft ihrer Kunden noch über Preiselastizitäten in der Nachfrage.

Ein unabhängiger Vertrieb der DB Netz AG ist zur Zeit nicht erwünscht.

Die Trassenkilometer aller Züge im Netz der DB AG sind in den letzten Jahren nicht gesteigert worden.

Die grundsätzliche Finanzverantwortung des Bundes für das gesamte Netz der DB AG entlastet den Vorstand von der Existenzverantwortung für die DB Netz AG.

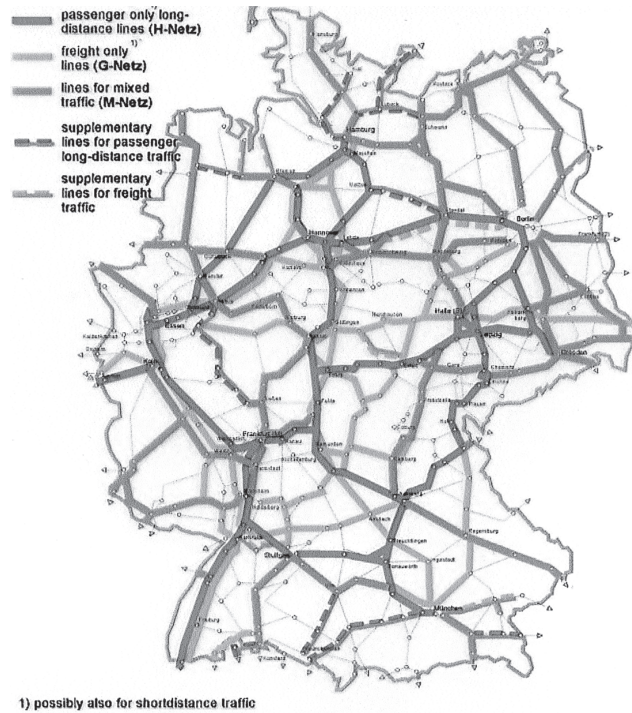
Dies mag eine Erklärung dafür sein, dass Verfahren, welche die Quantität und Qualität zum Betreiben der Infrastruktur erheblich verbessern könnten, mit wenig Intensität betrieben werden (Bild 22, 23). Der Vorschlag zu eigenen Netzen für den Hochgeschwindigkeits- und Güterverkehr sowie einer Homogenisierung der Geschwindigkeiten im Restnetz wird seit mehr als 10 Jahren als Ziel verfolgt, ohne dass bis heute nutzbare Teilrealisationen vorhanden wären (Bild 24).

Ein ähnliches Schicksal hat der Vorschlag, wie in der Luftfahrt, den Betriebsablauf nach dynamischen Sollgrößen zu regeln. Die Streuung der Verspätungen ließe sich erheblich einengen und wesentlich kürzere Zugfolgen wären möglich. Eine Simulation für den Knoten Nürnberg zeigte ein zusätzliches Potential an Kapazität von 20 % auf (Bild 25).

Das Europäische Train Control System (ETCS) war schon für die Strecken Köln-Frankfurt und Nürnberg-München geplant, ist aber dem alten Linienleiter aus den 60 er Jahren gewichen. Dabei hat ETCS neben langfristigen Kostenersparnissen vor allem den Vorteil für grenzüberschreitende Transporte ein durchgängiges Signal- und Steuerungssystem zu sein.

Ein weiteres Problem ist, dass solange durch die wirtschaftliche „Einheit Konzern“ nach außen eine Interessenkollision Netzunternehmen und Transportgesellschaften signalisiert wird, politisch eine differenzierte Preispolitik und aktive Vermarktung von Infrastrukturkapazitäten nicht möglich sein wird. Ein Einsatz der heutigen „Gebühren“ durch Preise wird erst nach einer Trennung der DB Netz AG aus dem Konzern möglich sein.

Die Eisenbahninfrastruktur ist sehr teuer. Verantworten lassen sich solch gewaltige Ausgaben (4 Mrd. € pro Jahr) nur, wenn die Nutzung dieser Infrastruktur



Netz 21

Bild 22: Chancen zur Steigerung von Quantität und Qualität im Netz I.

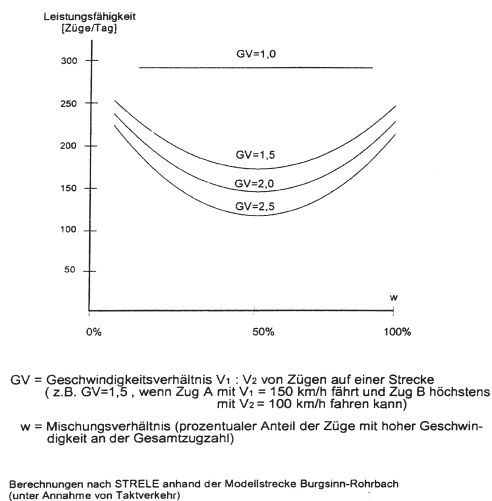


Bild 23: Mischbetrieb kostet Kapazität.

Abbildung 2: Regelkreis Planung und Betrieb – Soll-Zustand

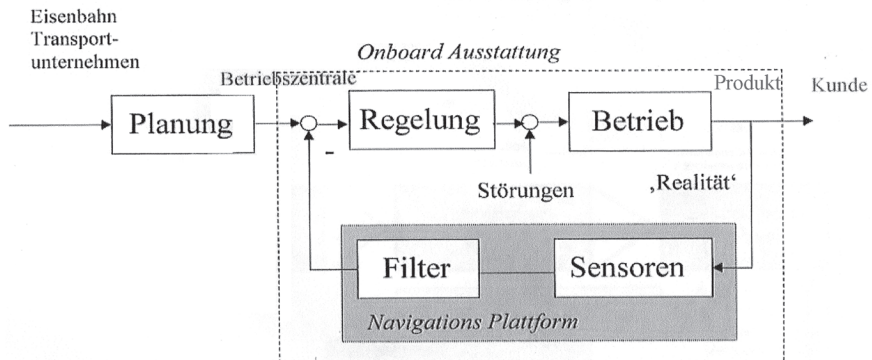


Bild 24: Steigerung der Quantität und Qualität im Netz II.

ZBL-Szenario (Betriebsleittechnik)

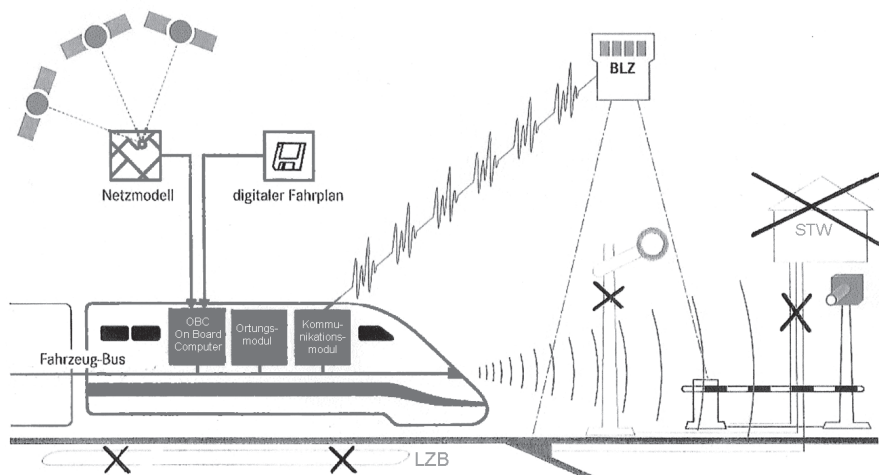
Dornier SystemConsult


Bild 25: Mögliche Innovationen für die Bahn

Bahnart	Anzahl Bahnen	Netzlänge (Meilen)	Mitarbeiter	Erträge Güterverkehr (Mio \$)
Class1	8	120.597	168.360	\$33.083
Regional	35	20.978	11.254	\$1.743
Local	304	21.512	4.877	\$822
Rangieren	213	7.425	7.317	\$634
Kanadische	2	1.589	n/a	n/a
		172.101		
Alle Bahnen	562	(275 362 km)	191.808	\$36.282

Bild 26: Struktur der US-Bahnen 2000

erheblich gesteigert wird. Dazu gehört die Netz AG in den unmittelbaren Focus der Aufmerksamkeit des Eigentümers.

Wenn der Bund daher bei der Trennung von DB Netz AG und Transportunternehmen in wirtschaftlich absolut unabhängige Unternehmen nicht handelt, verzichtet er auf zusätzliche Einnahmen und damit die Chance, die staatlichen Mittel für die Infrastruktur begrenzen zu können.

Die USA Bahnen geben ein Beispiel. Erst die Entlassung der Bahnen aus jeder staatlichen Verantwortung und das Leben mit dem Konkursrisiko haben dort die notwendigen Innovationen ausgelöst, um auch im harten Wettbewerb mit dem Straßengüterverkehr überleben zu können (Bilder 26, 27 und 28).

Wo liegt die Zukunft der Eisenbahn in Europa?

Alle Experten sind sich sehr schnell einig, dass eine Domäne des Schienenverkehrs auch in Zukunft in leistungsfähigen Verkehren in den Ballungsräumen liegt. Dies wird unmittelbar deutlich, wenn man versucht sich in Deutschland das Leben in den großen Ballungsräumen ohne Schienenverkehrsmittel vorzustellen. Die Ballungsräume werden trotz Bevölkerungsrückgang wachsen. Deshalb nehmen diese Dienste auch zukünftig zu. Die Bundesländer werden den Trend Schienennahverkehrsleistungen zunehmend über Ausschreibungen in den Wettbewerb zu geben beibehalten. Der Prozess „Preissenkung bei gleichzeitiger Qualitätsverbesserung“ wird damit weitergehen.

Im Personenfernverkehr werden auch in Zukunft die Herausforderungen für die heute noch etablierten Unternehmen nicht kleiner werden. Die Billigflieger und die Entstehung immer neuer Regionalflughäfen sind hier nur ein Beispiel. Für die Zukunft dieser Fernverkehrsbranche wäre es wünschenswert, dass es viele leistungsfähige Unternehmen in Europa gibt, die bei fairen Chancen im Wettbewerb flexibel und mit innovativen Ideen reagieren.

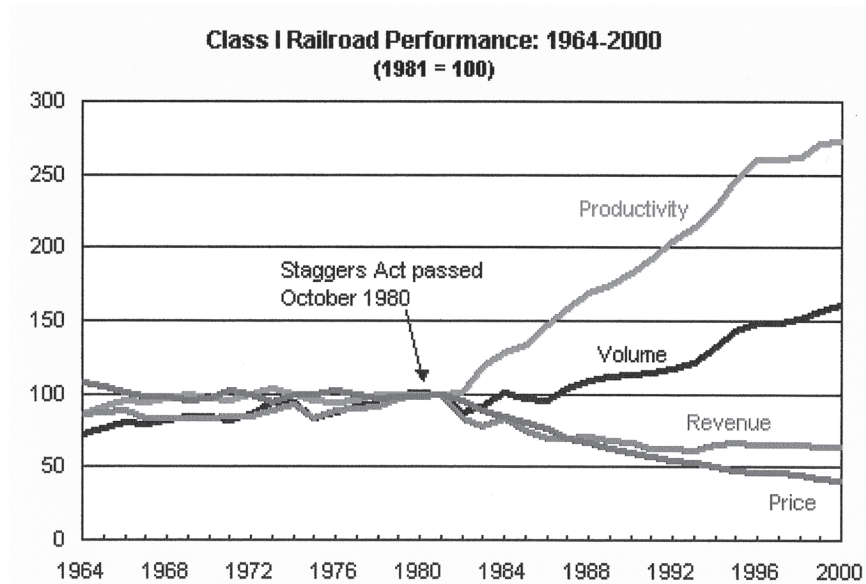
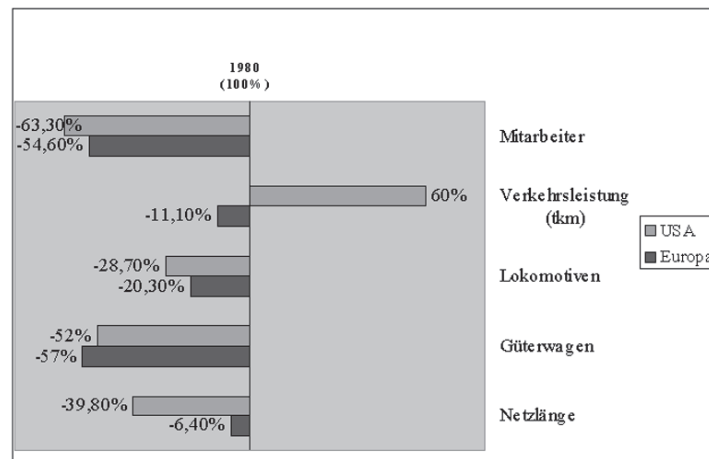


Bild 27: Class I Railroad Performance 1964-2000



Quelle: AAR - UIC

Bild 28: Veränderungen USA-Europa 1980-2000

Die Regierungskommission war sich bei ihren Vorschlägen darüber im klaren, dass die Umformung von der Verwaltung in eine Aktiengesellschaft die Probleme der Eisenbahn in Deutschland nicht lösen würde. Hoffnungen für Veränderungen wurde vor allem auf einen offenen Wettbewerb der Eisenbahnunternehmen untereinander gesetzt. Je eher daher die ehemaligen Staatseisenbahnen die gleichen Rechte auf der Eisenbahninfrastruktur vorfinden und sich Wettbewerb stellen müssen, umso schneller wird der deutsche wie auch der europäische Eisenbahn-Reformprozess erfolgreich zu Ende geführt werden können.

Der Schienengüterverkehr hatte im Fokus der Politik immer die größte Aufmerksamkeit. Seit mehr als 30 Jahren soll er den „Infarkt auf den Autobahnen und Straßen“ verhindern. Wenn aber der bisherige Trend nicht gebrochen wird, mutiert der Schienengüterverkehr von einem bedeutenden Massentransportmittel zu einem unbedeutenden Nischenanbieter.

Am Markt mit den höchsten Zuwachsraten – dem grenzüberschreitenden Güterverkehr – hat der Schienengüterverkehr nicht teilhaben können. Das hat unverschuldete Ursachen (Beispiel: Zollabfertigung an den Grenzen) aber auch Faktoren, die beeinflussbar wären. Jedes nationale Eisenbahnunternehmen bemüht sich über die Integration der Infrastruktur seine beherrschende Stellung im nationalen Güterverkehr abzuschirmen. Grenzüberschreitende Transporte rangieren deshalb hinter nationalen Transporten. Man muss befürchten, dass deswegen auch die Güterströme aus der Osterweiterung an der Schiene vorbeilaufen.

Soll der Güterverkehr eine Chance haben, müssen sich die Staaten und die EU dazu durchringen, den europäischen Infrastrukturunternehmen endlich eine unabhängige Stellung zu geben und dem Preis bei der Trassenentscheidung die ausschlaggebende Bedeutung zuzubilligen.

Ausblick, die Zukunft der Eisenbahn

Der Erneuerungsprozess ist, wie die Ausführungen zeigen, nicht einfach. Zunächst werden Eisenbahnen als öffentlicher Besitz und politische Spielwiese betrachtet.

Allerdings hat sich die EU nun energisch vorgenommen, den jahrzehntelangen Sonderstatus der Eisenbahnen dem der übrigen Verkehrsträger anzugleichen.

Unruhig – wegen verspielter Chancen – macht nur die lange Zeit die für diesen Prozess benötigt wird. Der Straßenverkehr hat über 50 Jahre gnadenlosen Wettbewerbs riesige Produktivitätssteigerungen erreicht. Die Potentiale für solche Produktivitätssteigerungen hat die Eisenbahn auch, jetzt brauchen wir den Wettbewerb, der hilft, diese auch zu heben.

Dass die Eisenbahnen insgesamt ihre Faszination noch nicht verloren haben, zeigen Staaten außerhalb Europas, die auch heute noch fest entschlossen sind, eine Eisenbahn neu zu bauen.

FESTVERSAMMLUNG IM ALTSTADTRATHAUS

Prof. Dr.rer.nat. JOACHIM KLEIN
Präsident der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Begrüßung und Bericht

Meine sehr verehrten Damen und Herren,
verehrte Gäste und
hohe Festversammlung,

im Namen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft begrüße ich Sie anlässlich unserer diesjährigen feierlichen Jahresversammlung sehr herzlich und danke Ihnen, dass Sie so zahlreich unserer Einladung gefolgt sind.

Die hohe Zahl von Gästen, die neben der natürlicherweise starken Präsenz unserer Mitglieder unserer Einladung gefolgt sind, sehe ich als Erfolg unserer Bemühungen, die Rolle der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft als Mittler der Wissenschaften untereinander und als Mittler zwischen Wissenschaft und Gesellschaft in der Öffentlichkeit bewusst zu machen.

Stand am Vormittag dieses Tages die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema „Mobilität“ im Rahmen des Carl Friedrich Gauß-Kolloquiums im Vordergrund, so dient der heutige Nachmittag traditionell der Präsentation des Berichts des Präsidenten über die Arbeit des vergangenen akademischen Jahres und dann, als Höhepunkt, der Verleihung der Gaußmedaille 2004. Damit ergreife ich zum einen die Gelegenheit, den Organisatoren und aktiven Teilnehmern des Kolloquiums – den Herren Eckehard Schnieder und Karl Popp sowie den Herren Reinhart Kühne und Hermann Lenke – auch in diesem Rahmen für ihr Engagement und einen spannenden Vormittag zu danken. Zum anderen begrüße ich mit Herrn Joachim Milberg den Träger der Gaußmedaille 2004 in unserer Mitte – natürlich unter Einschluss seiner verehrten Frau Gemahlin – sehr herzlich. Dass mit der Gaußmedaille 2004 das Thema „Mobilität“, wenn auch mit neuen Facetten, ebenso „anklingt“ wie in dem einleitenden Klavierstück „Perpetuum mobile“, ist sicherlich kein Zufall bei der inhaltlichen Regie dieses Tages.

Mit Dank an die Stadt Braunschweig, die uns in bewährter Zusammenarbeit die schönen historischen Räume im Altstadtrathaus und im Schlösschen Richmond zur Verfügung stellt, begrüße ich Frau Friederike Harlfinger als Bürgermeisterin sehr herzlich.

Als Braunschweiger Abgeordnete im Deutschen Bundestag mit besonderem Engagement für Fragen der Wissenschaft heiße ich Frau Dr. Carola Reimann

herzlich willkommen. Weiterhin begrüße ich als einen Vertreter der Städte in unserer Region – die uns durch Projekte verbunden sind – Herrn Bürgermeister Udo Willenbücher aus Peine und als Repräsentanten der Evangelischen Landeskirche Herrn Landesbischof Dr. Friedrich Weber. Ihre Bereitschaft, Herr Dr. Weber, als Repräsentant der Landeskirche, aber auch ganz persönlich die Diskussion wissenschaftlicher Fragen in ihren ethischen Dimensionen mit zu gestalten, betrachte ich als vorbildlich, und in diesem Sinne freue ich mich auch auf die künftige Zusammenarbeit.

Nicht nur, weil sie zu den Gästen gehören, die sich der Mühe der weitesten Anreisewege unterzogen haben, sondern auch, weil uns die freundschaftliche und kollegiale Verbundenheit besonders wichtig ist, heiße ich die Vertreter der Akademien der Wissenschaft zuvorderst herzlich willkommen. Ich begrüße als Vertreter der Sächsischen Akademie der Wissenschaften deren neuen Präsidenten Volker Bigl, als Repräsentanten der Mainzer Akademie für Wissenschaft und Literatur deren Vizepräsidenten Helmut Hesse, für die Akademie gemeinnütziger Wissenschaft zu Erfurt deren Präsidenten Werner Köhler, in Vertretung der Göttinger Akademie der Wissenschaften deren Altpräsidenten Hans Heinrich Voigt – der uns auch als Träger der Gaußmedaille 1993 verbunden ist – sowie als Repräsentanten der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaft deren Altpräsidenten Günther Wilke.

Herrn Bigl, dem ich gleichzeitig zur Neuwahl gratuliere und eine erfolgreiche Amtszeit wünsche, danke ich dafür, dass er die enge Verbundenheit, die zu seinem Amtsvorgänger Gotthard Lerchner bestand, fortsetzend pflegt und dass er – in Vertretung für deren Präsidenten Gerhard Gottschalk – die Union der Akademien als Institution im Rahmen unserer Veranstaltung repräsentiert. Und die Anwesenheit von Herrn Köhler darf ich dazu nutzen, seiner Akademie und ihm persönlich zu den bevorstehenden Feierlichkeiten zum 250. Geburtstag der Erfurter Akademie schon jetzt alles Gute zu wünschen.

Den in der Union verbundenen Akademien wie auch denjenigen Institutionen, die ihnen – wie die BWG oder die Erfurter Akademie – nahe stehen, wünsche ich, dass die Diskussion um das Projekt „Nationalakademie“ unter Nutzung bewährter regionaler Strukturen zu einem guten Ende kommt.

Kehren wir geografisch in die Region – bzw. mit Blick auf Hannover muss man ja inzwischen von Metropol-Region sprechen – zurück, so freue ich mich, dass die mit uns durch viele Mitglieder eng verbundenen Universitäten durch ihre Präsidenten vertreten sind. So begrüße ich in alphabetischer Reihenfolge die Herren Kollegen Edmund Brandt aus Clausthal, Jochen Litterst aus Braunschweig und Ludwig Schätzl aus Hannover. Sie alle stehen in Zeiten stetiger Kürzungsrunden vor schwierigsten Aufgaben und verdienen unser aller Respekt für Ihre Anstrengungen, die Vision einer Universität von hoher Qualität in Forschung und Lehre trotz aller Eingriffe immer wieder am Leben zu erhalten.

Mit der Braunschweiger Hochschule sind die in der Region zahlreich angesiedelten wissenschaftlichen Institute der Fraunhofer Gesellschaft, der Helmholtz Gemeinschaft, der Ressortforschung, aber auch die forschenden Sammlungen und Museen in der ForschungRegion Braunschweig verbunden. Aus diesem Kreis darf ich als Repräsentanten die Herren Georg Backhaus (BBA), Gerd Biegel (Braunschweigisches Landesmuseum), Wernt Brewitz (GRS), Günter Mau (Städtisches Klinikum), Helwig Schmidt-Glintzer (Herzog August Bibliothek) und Josef Thomas (DLR) herzlich begrüßen.

Mit den Tagen der Forschung – in diesem Jahr vom 4. bis 6. Juni im Braunschweigischen Landesmuseum unter dem Motto „Risiko und Sicherheit“ sowie der Bewerbung im Wettbewerb „Stadt der Wissenschaft“ 2005 – zeigt die ForschungRegion Flagge und prägt das Image der Region. Hierzu wird auch in Zukunft die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft ihren Beitrag leisten.

Nicht nur in einer Zeit von – weitgehend verbal getragenen – Innovationsoffensiven der Politik, sondern auf der Basis vieler gemeinsamer Erfahrungen und Erfolge ist die Zusammenarbeit der Wissenschaft mit der Wirtschaft bedeutender denn je. So freue ich mich über die Resonanz, die unsere Einladung zur heutigen Veranstaltung in der Wirtschaft ausgelöst hat:

Es ist mir dabei eine besondere Freude, mit Herrn Dr. Klaus Schuberth den Präsidenten der IHK Braunschweig begrüßen zu können. Mit dem Aufsichtsratsvorsitzenden Herrn Dr. Wilfried Lochte und dem Vorstandsvorsitzenden Herrn Wolfgang Leese ist die Salzgitter AG besonders prominent vertreten – ein Unternehmen, das in Kooperation mit der TU Braunschweig Hervorragendes leistet. Dieses lässt sich mit Fug und Recht natürlich auch von der Siemens AG/Verkehrstechnik und der WV AG sagen, welche durch die Herren Joachim Salewski und Hermann Tiemann ihre Verbundenheit zur Wissenschaft zum Ausdruck bringen. Ich heiße Sie herzlich willkommen.

Gestatten Sie, dass ich – auch im Sinne der Zeitökonomie – viele weitere Vertreter aus den Hochschulen, aus den Instituten der Forschung, aus der Wirtschaft sowie aus Behörden und Verwaltungen nur insgesamt sehr herzlich willkommen heiße und für Ihr Kommen danke. Ich hoffe, dass Sie alle – die Genannten und die Ungenannten – die Teilnahme an diesem Nachmittag im Rückblick als Gewinn empfinden mögen.

Abschließend möchte ich es natürlich nicht versäumen, unsere Mitglieder mit ihrer Begleitung – insbesondere diejenigen, die wir neu in unseren Kreis aufnehmen konnten – sehr herzlich zu begrüßen. In diesen Gruß schließe ich auch die Witwen der Mitglieder ein, die nicht mehr unter uns sein können und die uns durch ihr Kommen ihre Zugehörigkeit bewahren.

Nachrufe

Am Anfang meines Berichtes möchte ich nun mit Ihnen der im vergangenen Jahr verstorbenen Mitglieder gedenken.

Es verstarben im Berichtsjahr:

- am 24.06.2003 Friedrich **Cramer**, Dr.rer.nat., Prof. u. Dir. für Organische Chemie am Max-Planck-Institut für Experimentelle Medizin, Göttingen. Ordentliches Mitglied der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften seit 1977
- am 20.10.2003 Ulrich **Grigull**, Dr.-Ing. Dr.-Ing.E.h., Prof.em. für Thermodynamik an der TU München. Korrespondierendes Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 1978 und Gauß-Preisträger 1978
- am 16.02.2004 Martin **Kneser**, Dr.rer.nat., Prof.em. der Mathematik an der Universität Göttingen. Korrespondierendes Mitglied der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften seit 1983 und Gauß-Preisträger 1981

Wir werden den Verstorbenen in ihrem Wirken als Wissenschaftler und Menschen ein ehrendes Andenken bewahren. Sie haben sich zu Ehren der Verstorbenen von Ihren Plätzen erhoben. Ich danke Ihnen.

Zuwahlen und personeller Stand der BWG

Zuwahlen geben uns wie bisher die Möglichkeit, in personeller und fachlicher Hinsicht das Profil der BWG in Zukunft zu gestalten.

Die Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften wählte

zu ordentlichen Mitgliedern in der Wahlsitzung am 12.12.2003

- Prof. Dr. rer. nat. Peter **Behrens**
Professor für Anorganische Chemie an der Universität Hannover
- Prof. Dr.phil.nat.habil. Karl-Heinz **Gericke**
Professor für Physikalische Chemie an der TU Braunschweig
- Prof. Dr.rer.nat. Richard **Pott**
Professor für Geobotanik und Landschaftsökologie an der Universität Hannover
- Prof. Dr.rer.nat. Dieter **Jahn**
Professor für Mikrobiologie an der TU Braunschweig
- Prof. Dr.rer.nat. Dr.sc.nat. Ralf-Rainer **Mendel**
Professor für Botanik an der TU Braunschweig

Die Klasse für Ingenieurwissenschaften wählte

zu ordentlichen Mitgliedern in der Wahlsitzung vom 12.12.2003

- Prof. Dr.-Ing. Harald **Budelmann**
Professor für Baustoffkunde und Stahlbetonbau an der TU Braunschweig
- Prof. Dr.rer.nat. Stephanus **Büttgenbach**
Professor für Mikrotechnik an der TU Braunschweig
- Prof. Dr.-Ing. Thomas Bernhard **Siefer**
Professor für Eisenbahnbetriebswissenschaft und Verkehrsökonomie an der Universität Hannover

zum korrespondierenden Mitglied in der Wahlsitzung vom 12.12.2003

- Prof. Dr.-Ing.habil. Ekkehard **Ramm**
Professor für Baustatik und Computer orientierte Strukturmechanik an der Universität Stuttgart

Die Klasse für Geisteswissenschaften wählte

zum korrespondierenden Mitglied in der Wahlsitzung vom **12.12.2003**

- Prof. Dr.phil. Niklot **Klüßendorf**
apl. Professor für Numismatik und Geldgeschichte an der Philipps-Universität Marburg, Gauß-Preisträger des Jahres 2003

zu ordentlichen Mitgliedern in der Wahlsitzung vom **23.04.2004**

- Prof. Dr.phil.habil. Ute **Daniel**
Professorin für Neuere Geschichte an der TU Braunschweig
- Prof. Dr.jur. Dr.rer.pol. Franz **Haslinger**
Professor für Volkswirtschaftslehre an der Universität Hannover

Damit gehörten der BWG am 30.04.2004 144 sowie 75 korrespondierende Mitglieder an.

Vorträge in den Plenarversammlungen

Im Rahmen der Plenarversammlungen und der Klassensitzungen präsentieren die Mitglieder ihre wissenschaftlichen Ergebnisse und stellen sich der interdisziplinären Diskussion. Die Themen und Inhalte können dem Jahrbuch entnommen werden und sind über das Internet öffentlich zugänglich.

Hervorzuheben ist die Plenarversammlung am 7.11.2003 in Hannover, die wir erstmals als öffentliche Veranstaltung gemeinsam mit der Universität Hannover ausgerichtet haben und die der Präsentation unserer akademischen Institution in der Landeshauptstadt Hannover dienen sollte. Die breite öffentliche Resonanz hat den Nutzen dieses Konzepts eindeutig bestätigt.

Zu den weiteren internen Veranstaltungsreihen zählen das Diskussions-Forum, in dem wir aktuelle wissenschaftliche und kulturpolitische Themen aufgreifen, und die Sitzungen eines neu gebildeten interdisziplinären Arbeitskreises zum Thema „Modelle in der Wissenschaft“. Auf der Basis der Präsentation von Struktur und Inhalten einzelner Disziplinen: Physik – Biologie – Bauwesen – Maschinenbau – Psychologie – Wirtschaftswissenschaften – Sprachwissenschaften – Philosophie wollen wir versuchen, allgemein gültige Schlüsse über Modellhierarchien, Basis der Modellbildung unter Nutzung von Mathematik und/oder Sprache sowie der Anwendungsräume und -grenzen abzuleiten und zur Diskussion zu stellen.

Veranstaltungen in der Öffentlichkeit

Es gehört zur guten Praxis unserer Arbeit, dass wir auch durch Kooperation mit Partnerinstitutionen in der Öffentlichkeit präsent sind.

Dazu gehörte im Berichtsjahr eine *Sommerakademie* Museologie und Geschichte, an der wir uns unter fachlicher Federführung von Hartmut Rötting gemeinsam mit dem Braunschweigischen Landesmuseum beteiligt haben.

Ein jährlich wiederkehrendes Ereignis ist die *verleihung des Braunschweiger Bürgerpreises* für herausragende studentische Leistungen jeweils am 6. Dezember im Braunschweigischen Landesmuseum. Auf Einladung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft hat die Tübinger Nobelpreisträgerin Christiane Nüßlein-Volhard 2003 den Festvortrag zum Thema „Forschung am menschlichen Embryo“ gehalten.

Gemeinsam mit dem Fachbereich Chemie der Universität Hannover und der Gesellschaft Deutscher Chemiker hat die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft am 17. Oktober 2003 in Hannover ein *Gedenksymposium zum 100. Geburtstag von Hans Hellmann* veranstaltet. Hans Hellmann, der in Hannover lehrte und forschte, gilt als Begründer der Quantenchemie und damit als einer der Pioniere der aktuellen theoretischen Chemie. Mit einer Jüdin verheiratet, wurde er bereits Anfang 1933 aus dem Lehrkörper der TH Hannover entfernt, emigrierte nach Moskau und wurde dort – durch tragische Verstrickungen als Spion verdächtigt – Opfer der Stalin-Justiz.

Seiner wissenschaftlichen Leistungen am Wirkungsort Hannover mit zu gedenken, war uns – auch als Beitrag zum Jahr der Chemie – ein wichtiges Anliegen.

Im Januar 2004 schließlich veranstaltete die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft gemeinsam mit der Akademie für Ethik in der Medizin – mit Sitz in Göttingen – ein *Interdisziplinäres Symposium* unter dem Titel „Von der Stammzellforschung zur Stammzelltherapie? Fragen aus der Sicht von Biologie, Medizin, Recht und Ethik“. Im Rahmen des eintägigen Symposiums, das eine starke Beteiligung der Öffentlichkeit und eine hervorragende Resonanz in der Presse verzeichnen konnte, kamen Experten der genannten Teilgebiete zu Wort.

Stammzellen sind Hoffnungsträger der Medizin für neue Heilverfahren bei chronischen Erkrankungen (wie Parkinsonscher Krankheit, Alzheimer-Demenz oder Herzinsuffizienz) oder für die Züchtung immunverträglicher Transplantatgewebe oder -organe aus empfangenidentischen Stammzellen. Diese können aus Embryonen, aus fötalem Gewebe und aus Geweben Erwachsener gewonnen werden. Ethisch und rechtlich umstritten ist vor allem die Gewinnung von embryonalen Stammzellen. Während einige Länder der EU die Forschung an Zellen erlauben, die aus „überzähligen“ Embryonen bei künstlicher Befruchtung in vitro gewonnen werden, verbietet das deutsche Embryonenschutzgesetz jegliche Form „verbrauchender Embryonenforschung“.

Rechtliche und wissenschaftsinterne Regularien der Stammzellforschung müssen unterschiedliche Werte und Interessen in Einklang bringen. Zugleich mit den vorrangigen Werten (Schutz des menschlichen Embryos, Interessen von (zukünftigen) Patienten und Freiheit der Wissenschaft) kommen auch wissenschaftspolitische und wirtschaftliche Interessen ins Spiel, die nicht den Ausschlag in der Debatte um Recht und Ethik der Forschung und Nutzung humaner embryonaler Stammzellen geben können. Innovative wissenschaftliche Forschung bedarf des interdisziplinären Dialogs für einen gesellschaftlichen Konsens. Dies gilt umso mehr, als grundlegende Aspekte des Menschenbildes in unserer Gesellschaft von dieser Entwicklung betroffen sind.

Auch aufgrund der starken öffentlichen Resonanz und der Aktualität der Fragestellung wollen wir diese Diskussion in geeigneter Form fortsetzen.

Veröffentlichungen

Die Ergebnisse der Arbeit finden ihren Niederschlag in den Veröffentlichungen, die dann auch durch Bibliotheken oder das Internet der Öffentlichkeit zugänglich sind.

2003/204 handelt es sich dabei um

- das Jahrbuch 2003
- Band 53 der „Abhandlungen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft“
- sowie die Publikation der Vorträge des 5. Kolloquiums der Kommission „Recht und Technik“, das dem Thema „Abfallentsorgung: Technische, wirtschaftliche und rechtliche Probleme“ gewidmet war und am 30. August 2002 an der Universität Lüneburg stattfand.

Meine Damen und Herren,

in der aktuellen Arbeit der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, über die ich Ihnen berichten durfte, spielt die Rolle der Technik in ihrer Beziehung zum Menschen immer wieder eine besondere Rolle: Beispiele sind unsere Kommission „Recht und Technik“ sowie das Symposium zum Thema „Stammzellforschung“ aus dem Bereich der Biotechnik.

Die Entwicklung der Menschheit ist ja untrennbar mit der Entwicklung der Technik verbunden – das gilt für die Frühzeiten der Zivilisation in der Stein- oder Bronzezeit ebenso wie für das 20. und 21. Jahrhundert: Der Mensch als Individuum und die Menschen als Lebensgemeinschaft sind auf das Funktionieren dessen, was wir Technik nennen, inzwischen existenziell angewiesen. Die Stromausfälle/Blackouts in USA und Europa zum Beispiel haben uns dies eindringlich vor Augen geführt.

Also: „Kein Mensch ohne Technik“, es gilt aber auch: „Keine Technik ohne den Menschen“. Diese zweite Aussage hat jedoch verschiedene Facetten, die mit dem Nutzen und der Zielsetzung technischer Entwicklungen, Prozesse und Produkte zusammen hängen.

So ist die Verknüpfung von Mensch und Technik zweifellos segensreich, qualitätsstiftend und lebenserhaltend, wenn es um die Bereiche des Bauens und Wohnens, der Energieversorgung, der Verkehrstechnik, der Kommunikationstechnik und der Medizintechnik geht. Aber vor allem sind wir uns der Kehrseite der Medaille „Technik“ bewusst:

Einerseits steht dies im Zusammenhang mit den teilweise unvermeidbaren Umweltbelastungen, andererseits aber auch mit der Gewalt zerstörerischer und lebensfeindlicher Anwendung – Waffen- und Kriegstechnik –, deren unheilvolle Wirkung wir täglich auf den Fernsehschirmen wahrnehmen können.

Wie so oft sind also Segen und Fluch auch im Bereich der Technik untrennbar miteinander verbunden.

Sicherlich mit der Absicht, die Balance zu Gunsten der segensreichen Variante der Technik im Bewusstsein der Öffentlichkeit stärker zu verankern, haben die Organisatoren der Initiative PUSH = Public Understanding of Science and Humanities das Jahr 2004 zum *Jahr der Technik* ausgerufen und ein breites interaktives Informations- und Diskussionsprogramm entwickelt. Das klingt sehr gut, regt aber mit Blick auf das Gesamtkonzept von PUSH zu zwei Fragen an:

1. Warum kommt die Technik – nach vier Jahren mit Naturwissenschaftsthemen von der Physik bis zur Chemie – erst an fünfter Stelle?
2. Warum wird der Gesamtbereich der Technik in nur einem Jahr gebündelt und nicht – den Naturwissenschaften vergleichbar – in seinen wichtigen Sektoren, die formal mit den Begriffen *Maschinenbau*, *Elektrotechnik*, *Bauwesen* beschrieben seien, in die Öffentlichkeit getragen?

All dies hängt möglicherweise mit der Bewertungshierarchie in unserem Wissenschaftssystem zusammen, und ich betrachte es als eine vorrangige Aufgabe von Wissenschaftsakademien – wie der BWG – oder nationalen Organisationen – wie der acatech – im Sinne einer stärkeren Bewusstseinsbildung zugunsten der Technik zu wirken.

Unabhängig von diesen kritischen Anmerkungen ist das Jahr der Technik ohne jeden Zweifel zu begrüßen und aller Anstrengungen wert, wenn Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gemeinsam in der Öffentlichkeit dafür werben, die Werte der Technik zu erkennen und zum Wohle aller zu realisieren.

2004 ist aber nicht nur das Jahr der Technik, sondern – im Sinne unserer wissenschaftsbezogenen Erinnerungskultur – ein Jahr, das dem Gedenken Albert Einsteins gewidmet ist, der vor 125 Jahren (1879) in Ulm geboren wurde.

War das Gedenken an den großen Chemiker Justus von Liebig im vergangenen Jahr wohl eher eine nationale Angelegenheit, so werden wir uns das Gedenken an Albert Einstein – in diesem und im kommenden Jahr (50. Todestag und 100 Jahre Relativitätstheorie) – mit der Welt teilen dürfen, denn Albert Einstein gilt als wissenschaftliches Genie, als Humanist und Pazifist, als Bohemien laut „Times“ und als Persönlichkeit des Jahrhunderts, und er ist bis heute der populärste Forscher der Welt.

Von Albert Einstein können wir lernen, dass das Problem der Vermittlung von Technik in der Öffentlichkeit nicht erst ein heutiges ist.

So gab es Anfang des vorigen Jahrhunderts in Berlin eine „Freie Vereinigung für technische Volksbildung“, und an eben diese wandte sich Einstein 1919 mit einem Brief, der genau in die Intention des Jahres der Technik 2004 passt. Er schreibt darin über „Technik – ein echter Kulturfaktor“ wie folgt: „Dem Bil-

derungswesen droht stets eine eigentümliche Gefahr der Loslösung von der Welt des sinnlichen Erlebens. Wissenschaft kann nur dann gesund und fördernd bleiben, wenn ihr Zusammenhang mit der Welt des sinnlichen Erlebens aufrechterhalten wird, wie indirekt dieser Zusammenhang auch sein mag. Die Beschäftigung mit der Technik ist in hohem Maße geeignet, einer Degeneration der Wissenschaft in dem angedeuteten Sinn entgegenzuwirken.

Andererseits gilt es, die Technik zu einem echten Kulturfaktor zu machen, indem man ihren reichen geistigen und ästhetischen Gehalt dem allgemeinen Bewusstsein näher bringt. Was taucht im Bewusstsein eines feinen Menschen auf, wenn er das Wort Technik hört? Geldgier, Ausbeutung, soziale Spaltung des Volkes, Klassenhass, seelenlose Mechanisierung, Rassendegeneration, sinnloses hastiges Treiben ..., ist es ein Wunder, dass der gebildete Menschenfreund die Technik als ein missratenes Kind unseres Zeitalters hasst, das die feineren Reize des Lebens zu vernichten droht? Damit dies robuste Kind der Gesellschaft zum Heil gereiche, dürfen wir es nicht wild aufwachsen lassen. Man muss es zu verstehen suchen, um Einfluss darauf zu gewinnen. Es verfügt über Kräfte, die das Leben zu veredeln vermöchten. Hier sehe ich die zweite Aufgabe Ihrer Gesellschaft.“

Hervorheben möchte ich den Appell „die Technik zu einem echten Kulturfaktor zu machen“. Es ist dies meines Erachtens nur eine andere Ausdrucksweise für die Forderung, dass die Technik eine den Menschen dienende Funktion haben muss und dass die „Versöhnung von Mensch und Technik“ über eine in die Kultur der Zivilisation eingebundene Technik am wirkungsvollsten gesichert ist.

Um diese kulturelle Verankerung der Technik in der Gesellschaft zu gewährleisten, müssen wir uns stets auch mit drei Problembereichen auseinandersetzen. Dabei geht es

1. um das ganzheitliche Verständnis der Wissenschaften
2. um die Verankerung der Technik im Bildungssektor und
3. um den Umgang mit neuer Technik in Grenzbereichen der ethischen Verantwortbarkeit.

Zu 1)

müssen wir in der Wissenschaft immer wieder vermeiden, dass – mit oder ohne hierarchisch bewertende Absicht – zwischen den Bereichen Naturwissenschaft, Technikwissenschaft und Geisteswissenschaft Grenzen gezogen werden oder gar Ausgrenzung betrieben wird. Die Wissenschaft kann ihre wirkliche kulturelle Kraft nur dann voll entfalten, wenn in einer für die jeweiligen Probleme optimalen Weise die interdisziplinären Potenziale ausgeschöpft werden können. Dies ist z. B. das Wissenschaftsverständnis, welches die ForschungsRegion

Braunschweig zum Leitmotiv der so eindrucksvollen und anerkannten Bewerbung um den Titel *Stadt der Wissenschaft* zugrunde gelegt hat und das sie auch in Zukunft mit Leben erfüllen will.

Zu 2)

Die Technik ist und wird in dem Maße ein Teil des öffentlichen Bewusstseins, wie ihre grundlegenden Inhalte und Methoden dauerhafter und anerkannter Bestandteil des Bildungssystems sind.

So wichtig punktuelle Aktionen – wie ein „Jahr der Technik“ – sind, nachhaltige Wirkungen erfordern kontinuierliche Anstrengungen und Präsenz

- an den Schulen
- im Bereich der Lehrstellen
- an den Hochschulen
- in der Fort- und Weiterbildung,

wobei natürlich mit Blick auf die Nachfrage nach diesen Bildungsangeboten der sekundäre Bildungssektor – dazu zähle ich Konzepte wie die SchülerUni oder die Erlebnis-Museen, z. B. Phaeno in Wolfsburg – wie auch das Image des Berufsfeldes und des Arbeitsmarktes in einer informierten jungen Generation von Bedeutung sind. Gerade die verstärkten Aktivitäten deutscher Unternehmen zur Verlagerung von Industrie-Arbeitsplätzen – und das heißt Arbeit für Techniker und Ingenieure – könnte hier mittelfristig zum Problem werden.

Zu 3)

In dem Maße wie die Technik voranschreitet, muss die Entwicklung zwangsläufig an Grenzen stoßen, welche durch Erfahrung und Konvention gebildet werden.

Grenzüberschreitungen können dann zu gesellschaftlichen und politischen Problemzonen mit erheblicher emotionaler Komponente führen, wie wir das in Teilbereichen der Biologischen Technik erleben.

Mit dem Thema *Humane embryonale Stammzellen in Forschung und medizinischer Anwendung* sowie der *Anwendung genetisch modifizierter Pflanzen in der Nahrungsmittelproduktion* sind zwei aktuelle Beispiele schnell bei der Hand. Es muss dann darum gehen, die Potenziale der Wissenschaft und der technischen Anwendung mit Blick auf die ethischen Konsequenzen so zu bewerten, dass in einem möglichst breiten Konsens die Zukunftsfähigkeit neuer Technologien auch in unserem Land gewährleistet wird.

Durch Symposien, wie sie die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft zusammen mit der Göttinger Akademie für Ethik in der Medizin veranstaltet

hat, und weiter folgende Veranstaltungen wollen wir als Akademie einen Beitrag zum gesellschaftlichen Diskurs leisten.

Der Verknüpfung von Mensch und Technik sowie der Bewertung der „Technik als echter Kulturfaktor“ (Einstein) ist auch die Verleihung der Carl Friedrich Gauß-Medaille 2004 harmonisch zuzuordnen:

Zukunftsweisende Ingenieurleistungen zu ehren und damit die Technik im Bewusstsein der Wissenschaft und der Öffentlichkeit gleichrangig mit Natur- und Geisteswissenschaften zu verankern, ist seit Gründung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft ein Markenzeichen ihrer Arbeit.

Es kann geradezu als Innovation in der Landschaft der Wissenschaftsakademien hervorgehoben werden, dass 1943 eine Institution entstand, in der erstmals ingenieurwissenschaftliche Klassen den „harten Kern“ der ansonsten interdisziplinären Ausrichtung einer Akademie darstellten.

Wenn ich dann die Namen einiger Ingenieure von internationalem Rang nenne, die in den vergangenen fünfzig Jahren die Carl Friedrich Gauß-Medaille entgegennahmen, so wird dieser Anspruch noch offensichtlicher:

Wilhelm Nusselt	1951
Theodor von Karman	1960
Walter Schottky	1962
Ulrich Grigull	1978
Christian Menn	1998
Robert Piloty	2001

Dies regt natürlich auch an, der Frage nachzugehen, wie es denn mit der Verknüpfung der Wissenschaftler-Persönlichkeit von Carl Friedrich Gauß mit dem, was wir heute Technik nennen, bestellt ist. Dies könnte eine interessante Aufgabe sein, wenn wir uns im kommenden Jahr 2005 anlässlich des 150. Todestages von Gauß im Rahmen verschiedener Veranstaltungen in Braunschweig unseres großen Bürgers (und Ehrenbürgers) erinnern werden: Wenn ich sage „wir“, so meine ich die in der ForschungRegion Braunschweig zusammengeschlossenen Institutionen, welche die „Wissenschafts-Stadt“ und Region Braunschweig abbilden – und ich freue mich bereits jetzt auf die bewährte Partnerschaft mit Institutionen wie der Technischen Universität Braunschweig und dem Braunschweigischen Landesmuseum.

Carl Friedrich Gauß, ein mit Einstein vergleichbares Genie der Naturwissenschaften, hat mit seinem Wirken in Braunschweig und Göttingen zweifellos auch die Entwicklung der Technik-Wissenschaften beeinflusst. Hierzu kann man vielleicht auf so grundlegende mathematische Werkzeuge wie die Methode der

kleinsten Quadrate zur Fehlerminimierung (die er im Alter von 17 Jahren formulierte) oder die Gaußsche Normalverteilung verweisen. Eindeutig hat er sich aber auch bei der Entwicklung des ersten elektromagnetischen Telegrafen 1833 in Göttingen gemeinsam mit dem Physiker Wilhelm Weber mit einer Pionierleistung als Ingenieur hervorgetan – und dies nur zwei Jahre nach der Entdeckung der elektromagnetischen Induktion durch Michael Faraday 1831...

So sehen wir die Verknüpfung von Gauß und Technik über jeden Zweifel erhaben und freuen uns, die Carl Friedrich Gauß-Medaille 2004 wieder an einen herausragenden Mann der Technik, Ihnen, lieber Herr Professor Milberg, überreichen zu können.

Das Wirken in der Technik und für die Technik zieht sich durch Ihr Leben als ein starker roter Faden – von der Lehre in der Jugend bis in den Vorstand eines international angesehenen Unternehmens – und in den letzten Jahren immer stärker als ein unermüdlicher Propagandist – im guten Sinne – für die Bedeutung der Technik in unserer modernen Welt und der damit verbundenen Fragen der Zukunftssicherung. All dieses möchte ich aber hier nicht vertiefen, denn das ist die Aufgabe der Laudatio, die wir unserem Kollegen Matthias Bohnet übertragen haben. Mir liegt es am Herzen, Ihnen im Namen der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft sehr dafür zu danken, dass wir Sie heute in den Kreis der Gaußpreisträger – einige Namen hatte ich genannt – aufnehmen dürfen und dass Sie dazu, in Begleitung Ihrer Frau, aus dem schönen München in das schöne Braunschweig – dem München seine Gründung verdankt – gekommen sind. Carl Friedrich Gauß, dem die Magnetismus-Forschung so viel schuldet, ist doch immer wieder ein Magnet, auch als Namensgeber einer Medaille.

Mensch – Technik – Kultur: dieser Dreiklang hat in der Stadt Braunschweig seit jeher einen bedeutenden und guten Klang. Dies gilt nicht nur im übertragenen Sinn, sondern auch ganz unmittelbar, wenn es um den Klang der Klaviere geht. Durch die Familien Grottrian-Steinweg und Schimmel repräsentiert, kann Braunschweig ohne Zweifel als die deutsche Stadt des Klavierbaus bezeichnet werden, und die hier hergestellten hochwertigen Instrumente finden ihren Weg in die Konzertsäle und Privathäuser in aller Welt – in Europa, USA und Japan.

Natürlich freuen wir uns, dass auch einige dieser Exemplare in Braunschweig zu hören sind, wie heute z. B. in unserem Festsaal. Und wenn dann die Komponente Mensch durch einen so ausgezeichneten Pianisten wie Herrn Hans-Dieter Meyer-Moortgat repräsentiert wird, so können wir uns alle auf die folgenden Klänge des musikalischen Intermezzos freuen.

Ich danke Ihnen, dass Sie mir zugehört haben, und schenken Sie ihm bitte nun Ihr Gehör.

**Laudatio
zur Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß Medaille
an Prof. Dr.-Ing Joachim Milberg**

PROF. DR.-ING. MATTHIAS BOHNET

Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik
Technische Universität Braunschweig
Langer Kamp 7, D-38106 Braunschweig

Herr Präsident,
sehr geehrte Frau Milberg,
lieber Herr Kollege Milberg,
sehr geehrte Damen und Herren,

Werkzeugmaschinen, Fertigungstechnik, Produktionstechnik, Betriebsorganisation, Management, Unternehmensführung sind Stichworte, unter die man den beruflichen Weg Joachim Milbergs stellen kann. Mein eigenes Gebiet, Verfahrenstechnik, und Fertigungs – und Produktionstechnik zeichnen sich dadurch aus, dass sie in den letzten Jahrzehnten eine atemberaubende Entwicklung genommen haben, die das Bild dieser Disziplinen völlig verändert hat. Es ist unser – unverdientes – Glück, dass wir diese Veränderungen erleben und mitgestalten durften.

Sie haben alle schon chemische Fabriken oder Raffinerien gesehen, mit ihren großen Türmen und Behältern, die für den Nichteingeweihten immer gleich aussehen, und haben sich vielleicht die Frage gestellt: Gibt es denn hier keinen technischen Fortschritt, keine Veränderungen? Eine ganz andere, sofort sichtbare, Entwicklung zeigt der Maschinenbau. Große Fertigungshallen mit Werkzeugmaschinen, die mit Riemenantrieben versehen waren, Montagehallen, gekennzeichnet durch Handarbeit vieler Mitarbeiter. So sah die Produktionswelt früher aus. Und heute? Als vor Jahren in unserer unmittelbaren Nachbarschaft, in einem großen Automobilwerk, die Halle 54 eingeweiht wurde, war es ein Muss für jeden unserer Ingenieurstudenten, sich dieses neue, faszinierende Fertigungssystem anzusehen.

Sehen Sie es mir nach, wenn ich als Verfahrensingénieur zum Vergleich kurz auf meine eigene Disziplin eingehe. Verfahrenstechnik ist Stoffwandlungstechnik. Das heißt, Stoffe werden durch thermische oder mechanische Einwirkungen, durch chemische oder biologische Reaktionen verändert. Zunächst eine empirische Wissenschaft, bei der die physikalisch/chemischen und biologischen Grundlagen ihrer Prozesse nur wenig erforscht und kaum verstanden waren. Wärme-

und Stoffübergang, chemische Reaktionen, aber auch die Strömung in den Apparaten, waren über lange Zeit große Forschungsschwerpunkte, deren Ergebnisse das Bild der Verfahrenstechnik nachhaltig verändert haben. Die Modellierung und numerische Simulation verfahrenstechnischer Prozesse und die Möglichkeit ihrer dynamischen Regelung und Steuerung haben drastische Veränderungen bewirkt, die allerdings von außen nicht sichtbar sind.

Ganz anders ist dies bei der Fertigungs- und Produktionstechnik. Hier bleibt – fast immer – der Stoff erhalten, aber seine Form wird geändert. Bei den Werkzeugmaschinen werden die beeindruckenden Veränderungen besonders deutlich. Begonnen hat es mit der stufenlosen Drehzahlregelung der Spindeln von Drehmaschinen, es folgten Mehrspindelautomaten, um die Herstellungskosten zu senken. Numerische Maschinensteuerungen, später computerunterstützt, verbesserten durch Automatisierung die Produkte und verkürzten die Fertigungszeiten. Die automatische Montage folgte. Parallel hierzu begann die rechnerunterstützte Fertigungs- und Montageplanung, die heute in der virtuellen Fabrik, der Fabrik am Rechner, einen neuen Höhepunkt erlebt. An all diesen Entwicklungen hat Joachim Milberg maßgeblichen Anteil.

Unser heutiger Preisträger bewies schon als junger Mensch außerordentliche Zielstrebigkeit. Über eine Lehre als Maschinenschlosser und ein Studium an der staatlichen Ingenieurschule Bielefeld eröffnete er sich den Zugang zur Technischen Universität Berlin, an der er Fertigungstechnik studierte und seine wissenschaftliche Laufbahn als Assistent am Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik begann. Nach einer für einen Ingenieur extrem kurzen Assistententätigkeit hielt er mit 28 Jahren seine Promotionsurkunde in den Händen. Davon können viele unserer heutigen Mitarbeiter nicht einmal träumen! Nach der Promotion kam, wie üblich, der Wechsel in die Industrie. Bei der Gildemeister AG in Bielefeld, dem größten Hersteller numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen, wurde ihm schon mit 35 Jahren die Leitung des Geschäftsbereiches „Automatische Drehmaschinen“ übertragen.

Drei Jahre später berief ihn die Technische Universität München auf den Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften.

In Berlin befasste er sich experimentell und theoretisch mit der Drehbearbeitung. Hier interessierte er sich vor allem für Stabilitätsfragen, die bei schneller Bearbeitung auftreten, weil sich der Zeitaufwand bei der Herstellung eines Werkstückes immer mehr als entscheidender Kostenfaktor in der Fertigung herausstellte. Beeindruckend an diesen Arbeiten ist die gelungene Synthese von Experiment und Theorie. Aus der Untersuchung des dynamischen Verhaltens von Drehmaschinen entwickelte er ein Verfahren, das es ermöglicht, die Schwingungen an der Wirkstelle von Drehmaschinen zu ermitteln. Dabei konnte er zeigen, dass immer das Gesamtsystem aus Werkzeug – und Werkstückseite zu betrachten ist und bei vielen Maschinen die Werkstückseite die wesentliche

Schwachstelle für das dynamische Verhalten des Gesamtsystems darstellt. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf den Einsatz von Drehmaschinen, da man immer daran interessiert ist, ein Werkstück so schnell wie möglich herzustellen. Dies wäre von der Maschinenseite her sehr wohl möglich, doch auftretende Ratterschwingungen lassen dies nicht zu. Folgerichtig entwickelte Joachim Milberg ein Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Stabilitätsgrenze bei der Drehbearbeitung. Nun war es möglich, eine Maschine nahe der Stabilitätsgrenze zu betreiben und dadurch den Bearbeitungsvorgang in der kürzest möglichen Zeit auszuführen.

In der industriellen Fertigung kommt es darauf an, nicht nur schnell, sondern auch präzise zu arbeiten. Dies ist nur möglich, wenn die einzelnen Arbeitsschritte automatisiert werden. Fertigungsroboter bestimmen heute das Bild vieler Fabriken, weil sie oft Arbeitsabläufe wesentlich besser als der Mensch durchführen können. Mit seiner Berufung nach München erweiterte Herr Milberg folgerichtig seine Forschungsaktivitäten. Die in der Arcisstrasse vorgefundenen Arbeitsmöglichkeiten reichten hierfür nicht aus. In München/Dornach baute er, bei Null anfangend, eine Forschungsfabrik auf. Grundlegende Arbeiten auf den Gebieten Automatisierung von Fertigung und Montage sowie der Betriebsorganisation brachten dem Institut weltweite Anerkennung. Beeindruckend sind die von ihm entwickelten Konzepte der rechnerintegrierten Produktion, von der Konstruktion über die Fertigungsplanung, die Fertigung, die Montage, bis hin zur Qualitätssicherung. Doch dies erfolgte nicht nur am Rechner, sondern wurde in Dornach – sicherlich mit viel Geld – in die Wirklichkeit umgesetzt. Die Modellierung und Simulation von Maschinen und den dazugehörigen Arbeitsplätzen sowie der Fertigungsabläufe sind außerordentlich komplex. Die in München entwickelten Systeme lieferten bedeutende Beiträge zur Verwirklichung der virtuellen Fabrik, deren Möglichkeiten zur Planung und Optimierung der Fertigung heute in vielen Unternehmen Eingang gefunden haben und einen entscheidenden Wettbewerbsfaktor darstellen. Und jetzt sind wir auf dem Weg zur Digitalen Fabrik. Sie bietet ein vollständiges Abbild der Fertigung. Hier werden ausgehend vom Engineering über die Produktionsplanung bis zur Prozessoptimierung alle Abläufe durch Simulation abgebildet und beurteilbar gemacht, bevor das erste Werkstück gefertigt wird.

Aus Milbergs Arbeiten wird deutlich, dass der Faktor Zeit in einem Land, dessen Wohlstand ganz wesentlich von der Innovationsfähigkeit seiner Industrie abhängt, nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. Seine Forschungsarbeiten waren deshalb zunehmend darauf gerichtet, mit neuen Ideen und Lösungsansätzen Zeitersparnisse durch neue Techniken und Methoden zu erreichen. Er hat immer wieder darauf hingewiesen, dass nicht das Nebeneinander, sondern nur das Miteinander die Ingenieurwissenschaften in der Erfolgsspur halten kann und hat dies auf einen einfachen, aber treffenden Nenner gebracht: *‘Wer allein*

arbeitet, addiert –wer zusammenarbeitet, multipliziert .“ Und dies führt zu seinem nächsten großen Anliegen, dem Arbeiten in Netzwerken. Singuläre Problemlösungen können heute nicht mehr zielführend sein. Nur eine Vernetzung von Mensch, Technik und Organisation wird in Zukunft eine erfolgreiche Unternehmenspolitik ermöglichen. In einem Aufsatz führt Milberg aus „So wenig Verlässliches wir über das vor uns Liegende wissen –dies eine dürfte feststehen: Die Welt auf die wir zugehen, wird nicht mehr die alte sein, die uns so vertraut ist.“ Und dann zitiert er Albert Einstein: „Die Welt, die wir geschaffen haben, ist das Resultat einer überholten Denkweise. Die Probleme, die sich daraus ergeben, können nicht mit der gleichen Denkweise gelöst werden, durch die sie entstanden sind.“ Eine Feststellung, die heute gültiger ist als je zuvor. Das Arbeiten in Netzwerken im Unternehmen oder mit Kooperationspartnern, ist auf technischem Gebiet dem Ingenieur wohl vertraut. Doch dies in allen Disziplinen und allen Ebenen eines Unternehmens von der Fertigung bis zum Management Wirklichkeit werden zu lassen, ist ihm ein besonderes Anliegen.

Die wissenschaftlichen Leistungen und unternehmerischen Fähigkeiten Joachim Milbergs sind weltweit anerkannt. Dies spiegelt sich auch in der Wertschätzung der Scientific Community wieder. Die höchste Anerkennung, die einem Ingenieurwissenschaftler zuteil werden kann, ist die Verleihung des Förderpreises im Gottfried Wilhelm Leibniz-Programm der Deutschen Forschungsgemeinschaft, einem Gütesiegel für Spitzenleistungen. Hiermit werden hervorragende Wissenschaftler für herausragende Leistungen ausgezeichnet. Der mit 1,5 Mio. € dotierte Preis gibt den Preisträgern die Möglichkeit, frei von konkreten Programmen flexibel Forschungsprojekte durchzuführen. 1989 wurde dieser Preis Herrn Milberg zuerkannt. Darüber hinaus war er maßgeblich an der Konzeption und Durchführung zweier Sonderforschungsbereiche in München beteiligt und hat sich bei der DFG für die Einrichtung der Sondertransferbereiche eingesetzt, mit denen die DFG die Umsetzung der in Sonderforschungsbereichen erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse in die Praxis fördert.

Aber nicht nur seine Forschungsarbeiten sollen erwähnt werden. Ich habe mir berichten lassen, dass er in München von den Studenten hochgeschätzte Lehrveranstaltungen abhielt, in denen er nicht nur Fachwissen vermittelte, sondern versuchte, die jungen Menschen – was leider viel zu selten vorkommt – auch für die gesellschaftlichen Probleme der fortschreitenden Technik zu interessieren. Engagierte Lehre war für Joachim Milberg selbstverständlich. Ganz anders war dies beim Namensgeber unserer Medaille. Dieser schrieb am 26. Oktober 1802 in Braunschweig folgenden Brief an den Arzt und Hobbyastronomen Wilhelm Olbers:

„Gegen das Dozieren habe ich einmal eine wahre Abneigung; das perennierende Geschäft eines Professors der Mathematik ist doch im Grunde nur, das ABC seiner Wissenschaft zu lehren; aus den wenigen Schülern, die einen Schritt

weitergehen und gewöhnlich, um in der Metapher zu bleiben, beim Zusammenlesen bleiben, werden die meisten nur Halbwisser, denn die selteneren Anlagen wollen sich nicht durch Vorlesungen bilden lassen, sondern bilden sich selbst. Und mit diesen undankbaren Aufgaben verliert der Professor seine edle Zeit. Ich habe es bei meinem vortrefflichen Freunde Pfaff gesehen, bei dem ich einmal ein paar Monate war, wie wenig fragmentarische Stunden er zu eigenen Arbeiten übrig hat von den publicis, privatis, privatissimis, den Vorbereitungen dazu und anderen mit dem Amte eines Professors verbundenen Beschäftigungen. Die Erfahrung scheint dies auch zu bestätigen. Ich weiß keinen Professor, der wirklich viel für die Wissenschaft getan hätte, als den großen Tobias Mayer, und dieser galt zu seiner Zeit für einen schlechten Professor.“ Und er schließt seinen Brief mit den Worten: „Ich würde mit tausend Freuden ein ungelehrtes Amt annehmen, zu dem Arbeitsamkeit, Akkurateesse, Treue und dergleichen ohne Fakultätskenntnisse hinreichend sind und das nicht Rang oder Einfluss sondern nur eine gemächliche Lage und hinreichende Muße gäbe, um meinen Göttern opfern zu können. So hoffe ich, z. B. die Redaktion der Volkszählungen, Geburts- und Sterbelisten in hiesigen Landen zu bekommen, nicht als Amt, sondern zu meinem Vergnügen und zur Satisfaktion, mich für die Vorteile, die ich hier genieße, einigermaßen nützlich zu machen.“

Wie würde Carl Friedrich Gauß wohl heute vor einer Evaluierungskommission bestehen?

Doch zurück ins 21. Jahrhundert. Nicht nur die Deutsche Forschungsgemeinschaft wusste die wissenschaftlichen Leistungen unseres Preisträgers zu würdigen. Die Liste seiner Auszeichnungen und Ehrungen ist lang, ich möchte nur wenige nennen.

Die Universität Ljubljana in Slowenien, die Universität Hannover und die Universität Cranfield in England verliehen ihm die Ehrendoktorwürde. Der Verein Deutscher Ingenieure seine höchste Auszeichnung, die Grashof-Denkmünze, die International Institution for Production Engineering Research den General Pierre Nicolau Award.

Auch die Industrie wusste seine herausragenden Fähigkeiten zu schätzen. 1993 wurde der Maschinenbauprofessor, der an der TU München seinen wissenschaftlichen Ruf ständig gemehrt hatte, in den Vorstand der BMW AG berufen und übernahm dort das Ressort Produktion. 1999 wurde er zum Vorsitzenden des Vorstandes bestellt. Auch in dieser anspruchsvollen Industrietätigkeit hat er Hervorragendes geleistet und neben seiner wissenschaftlichen Qualifikation auch ausgezeichnete Managementfähigkeiten bewiesen.

Seine erstklassige wissenschaftliche Karriere und seine erfolgreiche Industrietätigkeit haben ihm aber auch immer wieder deutlich gemacht, dass eine Verbesserung des Gedanken- und Wissensaustauschs zwischen Universitäten und

Industrie nicht nur wünschenswert, sondern dringend geboten ist. Eine hervorragende Plattform hierfür bietet der Konvent der Technikwissenschaften in der Union der Deutschen Akademien, Acatech, für dessen Vorsitz Joachim Milberg gewonnen werden konnte. Mit großem Engagement ist es ihm in kürzester Zeit gelungen, Acatech zu einer Institution zu formen, die nicht nur die Interessen der Ingenieur- und Naturwissenschaftler Universitäten und in der Industrie vertritt, sondern sich vor allem auch zu einem geschätzten Gesprächspartner der Politik entwickelt. Mit dem Ausscheiden aus dem Vorstand der BMW AG findet er nun wieder Zeit für Vorlesungen an der TU München. Hier bemüht er sich, junge Menschen nicht nur für die Technik, sondern auch für Managementaufgaben zu begeistern und sie darauf vorzubereiten, sich in den gesellschaftlichen Diskurs über Technik, ihre Chancen und Risiken einzuschalten. Fähigkeiten, die heute mehr denn je gefordert sind.

Die Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft zeichnet heute eine Persönlichkeit aus, die sich nicht nur um die Wissenschaft, sondern auch um eine bessere Verzahnung von Wissenschaft und Gesellschaft verdient gemacht hat.

Als Verfahreningenieur habe ich versucht, das Wirken von Joachim Milberg für die Wissenschaft zu würdigen. Fertigungs- und Produktionstechnik sind Gebiete, deren Produkte uns täglich begegnen und ohne die wir nicht mehr leben könnten. Joachim Milberg hat hierzu viele innovative Lösungen beigetragen und damit den herausragenden Ruf der deutschen Produktionstechnik im In- und Ausland gemehrt.

Herr Kollege Milberg, ich gratuliere Ihnen ganz herzlich zur Verleihung der Carl-Friedrich Gauß-Medaille.

„Vernetztes Verkehrsmanagement – Lösungen für die Mobilität von morgen.“*

PROF. DR. ING. JOACHIM MILBERG

Präsident des arcatech Konvent für Technikwissenschaften,
Residenz München
Hofgartenstraße 2, D-80539 München

Sehr geehrter Herr Präsident Klein,
lieber Herr Kollege Bohnet,
meine sehr geehrten Damen und Herren,

zunächst möchte ich allen sehr herzlich danken, die am „Auszeichnungsprozeß“
für die Carl Friedrich Gauß-Medaille beteiligt waren.

Mein Dank gilt im besonderen auch Ihnen, Herr Professor Bohnet, für Ihre freund-
lichen und lobenden Worte.

Wer mich kennt, weiß: Reden auf meine Person machen mich immer etwas ver-
legen. Andererseits fühle ich mich natürlich außerordentlich geehrt und berührt
durch Ihre Laudatio.

Dieses Spannungsfeld macht ein wunderbarer Satz von Friedrich Hebbel deut-
lich, den ich hier gerne zitiere. Er lautet „Ich stehe hier als der, der ich bin und
betrachte bei Ihren Worten mit Wehmut den, der ich gerne wäre.“

Wie dem auch sei! Herzlichen Dank für die Auszeichnung mit der Carl Friedrich
Gauß-Medaille. Es ist mir eine große Ehre und Freude, sie entgegennehmen zu
dürfen.

Es ist mir ebenfalls eine große Freude, mit Ihnen im Rahmen meines Festvortra-
ges einige Gedanken zum Thema

„Vernetztes Verkehrsmanagement – Lösungen für die Mobilität von morgen“
austauschen zu können.

Die Begriffe „Mobilität“ und „Verkehrsmanagement“, auf deren vielfältige
Aspekte ich gleich noch im einzelnen eingehen werde, möchte ich zunächst
einmal in einen etwas größeren Zusammenhang einordnen.

* Vortrag anlässlich der Verleihung der Gauß-Medaille durch die Braunschweigische Wissen-
schaftliche Gesellschaft am 07. Mai 2004.

Mobilität gehört für mich zu den zentralen Triebfedern des Lebens und Wirtschaftens überhaupt. Denn das Streben des Menschen nach Mobilität – das durch die Erfindung des Rades eine neue Qualität bekommen hat – hat immer wieder neue zukunftsweisende Technologien hervorgebracht.

Und zukunftsweisende Technologien – kurz gesagt: Innovationen – sind von zentraler Bedeutung für die Zukunft von Volkswirtschaften im allgemeinen und für unser Land im besonderen.

Zwischen der Existenz und Intensität von Innovationstätigkeiten und dem Ausmaß gesamtwirtschaftlichen Wachstums besteht ein klarer, positiver Zusammenhang. Dieser Zusammenhang ist ebenso einfach wie evident – jedoch leider noch nicht genug gesellschaftlich verankert. Nichtsdestoweniger ist nachhaltiges Wachstum durch Innovationen eine volkswirtschaftliche Notwendigkeit.

Etwas weiteres ist evident, meine Damen und Herren. Wirtschaftswachstum und Mobilitätswachstum sind miteinander gekoppelt. Und von daher ist innovatives Verkehrsmanagement ebenfalls ein wichtiger Beitrag zu nachhaltigem Wachstum.

Damit komme ich zu den vielfältigen Aspekten von Mobilität und Verkehr. Da Wirtschaftswachstum und Mobilitätswachstum gekoppelt sind, wird auch zukünftig der Verkehr wachsen (hoffentlich, sollte man hinzufügen). Das belegen auch die statistischen Untersuchungen der letzten Jahre, insbesondere auch für den Güterverkehr, der in Europa nicht zuletzt aufgrund der Öffnung zu Osteuropa stark wächst und noch weiter wachsen wird.

Die Infrastruktur wurde allerdings bisher nicht entsprechend der zunehmenden Verkehrsnachfrage ausgebaut.

Zur Bewältigung dieser gestiegenen Nachfrage benötigen wir sowohl einen angemessenen Ausbau der Infrastruktur als auch gleichzeitig intelligente Lösungen zur Optimierung des Verkehrsablaufs.

Auf diesem Gebiet ist länderspezifisch und auf europäischer Ebene schon einiges geschehen, aber es gibt noch zu viele nicht genutzte Möglichkeiten.

Hierfür gilt es Grenzen im Denken und Handeln zu überwinden (im doppelten Sinne des Wortes).

Das ist eine Herausforderung an die Kreativität und Veränderungsbereitschaft von Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft sowie der Politik und das über die Ländergrenzen hinaus.

Diese Anforderungen gelten gerade im Feld der Mobilität, in dem immer auch Kreativität für überzeugende Zukunftslösungen gefragt ist. Restriktive, undifferenzierte Maßnahmen, wie z. B. Einfahrbeschränkungen in Städte oder Zwangseingriffe von außen in die Fahrzeugführung wären nicht immer der beste oder sogar richtige Weg.

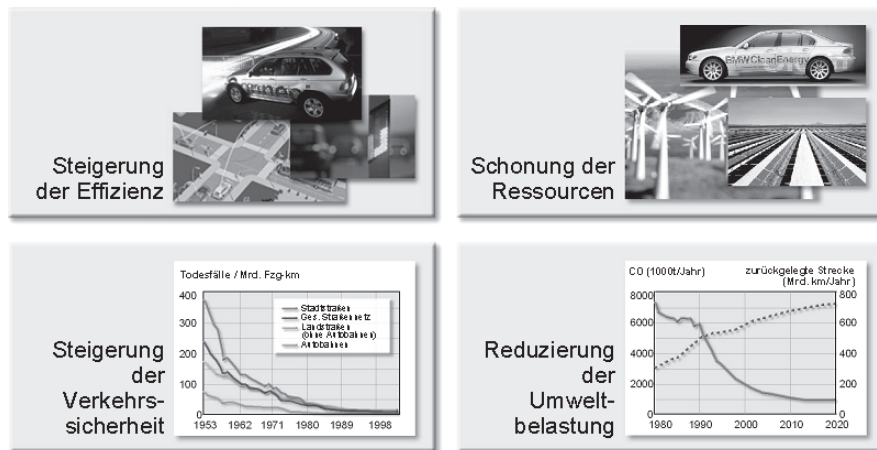


Bild 1: Ziele der Entwicklung von Mobilität und Verkehr

Es sollte also immer der Grundsatz bei der Lösungssuche gelten:

„Innovation vor Restriktion“

Innovationen dürfen hier natürlich nicht nur auf die Technik bezogen sein – technische Lösungen liegen zu vielen Problemen schon seit langem vor – sondern genauso bzw. mehr noch auf Verkehrsprozesse, neue Systemstrukturen und vor allem auch neue Betrachtungs- und Herangehensweisen.

Ich möchte Ihnen nun die Gliederungspunkte meines Vortrages vorstellen.

Zunächst werde ich die Mobilität von heute und die Herausforderungen der Mobilität von morgen skizzieren.

Danach stelle ich Ihnen Aspekte eines Vernetzten Verkehrsmanagements in Deutschland vor und werde es zum Abschluß meines Vortrages in den europäischen Zusammenhang stellen (Bild 1).

Aus Zeitgründen liegt der Focus in meinen Betrachtungen bei den Möglichkeiten der Effizienzsteigerung von Mobilität und Verkehr, und nicht auf den auch sehr wichtigen Aspekten, die Ressourcen zu schonen, die Umweltbelastung gering zu halten oder die Verkehrssicherheit weiter zu steigern.

Dabei muss angemerkt werden, dass in allen Bereichen große Fortschritte erreicht wurden, wie die Bilder zeigen.

Kommen wir zum ersten Vortragskapitel.

1. Mobilität heute und die Herausforderungen der Mobilität von morgen



Bild 2: Mobilität ist ein wertvolles Gut

Mobilität ist ein wesentlicher Aspekt unseres Lebens. Dies gilt sowohl für das private als auch für das wirtschaftliche Umfeld.

So betrachten wir die Möglichkeit, nach unseren eigenen Vorstellungen mobil zu sein, als Teil unserer Lebensqualität. Auf die Einschränkung oder Verteuerung von Mobilität reagieren deshalb viele Menschen äußerst sensibel. Wer nicht mobil sein kann – weil beispielsweise das Bein eingegipst ist, spürt, wie wertvoll das Gut Mobilität ist.

Einige Formen von Mobilität können eine ganz besondere Faszination entfalten. So hat etwa das Auto für viele einen Stellenwert, der weit über den Transportnutzen hinausgeht.

Der Schienenverkehr steht vor einer Renaissance, und Fliegen ist seit jeher Sinnbild für Status, Erlebnis und grenzenlose Freiheit.

Ausreichende Mobilität ist auch für den wirtschaftlichen Erfolg eines Landes eine wesentliche Voraussetzung. Ich sprach ja schon die Kopplung von Mobilität und Wirtschaftsleistung an (Bild 3).

Dieser Zusammenhang wurde für die verschiedensten Ländergruppen der Welt nachgewiesen.

(Pascal: Leben ist Mobilität, Mobilität ist Leben)

Mobilität manifestiert sich im Verkehr auf der Straße, der Schiene, dem Wasser und in der Luft. Verkehr hat aber auch seine Schattenseiten: Staus, Verspätungen, Unfälle, Geräusch, Abgase – einige Schlagworte im Zusammenhang mit Verkehr, wie viele ihn heute empfinden (Bild 4).

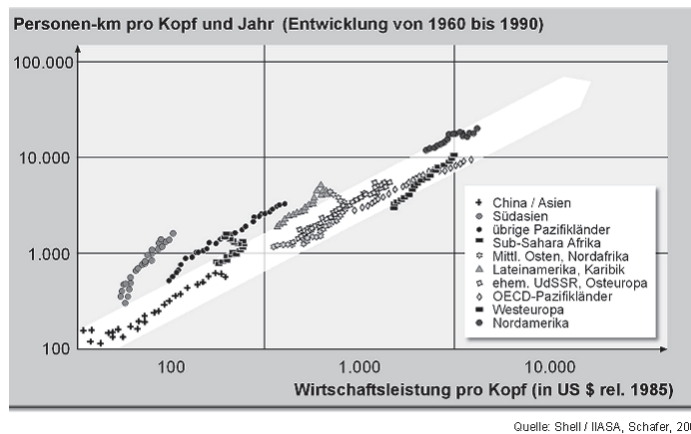


Bild 3: Mobilität und Wirtschaftsleistung

Und so wurde Verkehr zu einem Reizthema, bei dem für die einen die Vorteile der Mobilität überwiegen, für die anderen die Probleme überhand nehmen – zum Teil sind es je nach Blickwinkel dieselben Menschen.

Die unterschiedlichen Positionen werden in der Diskussion zwischen Politik, Wirtschaft, Verbänden und Öffentlichkeit häufig emotional und einseitig isoliert gegenübergestellt.

Dies gilt auch für den Ausbau der Infrastruktur (Bild 5).

In den vergangenen Jahren hat der Verkehr stark zugenommen. Die benötigte Infrastruktur ist jedoch nicht in gleichem Maße erweitert worden. Notwendige

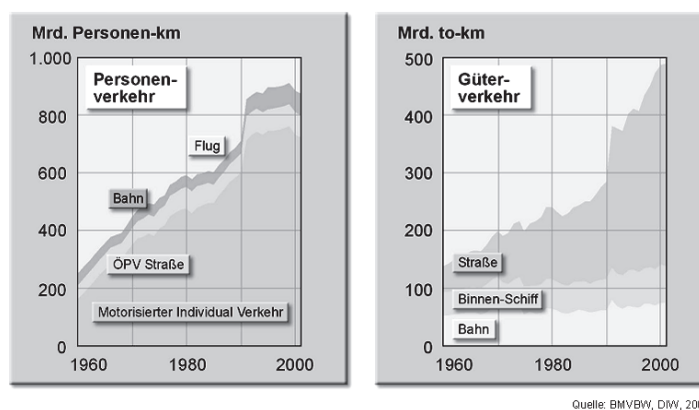


Bild 4: Verkehrsleistungen in Deutschland

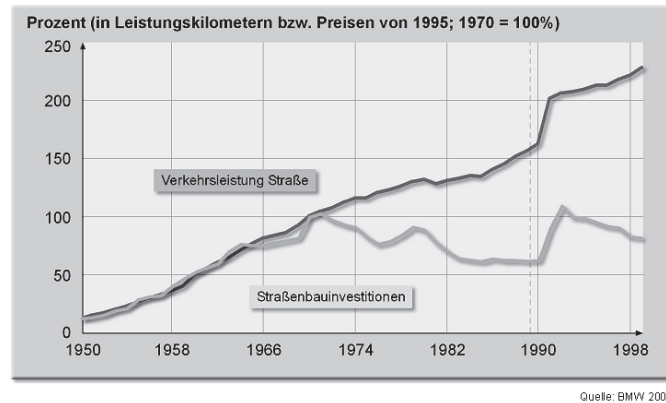


Bild 5: Verkehrsleistung und Straßenbauinvestitionen.

Erhaltungs- und Erweiterungsmaßnahmen scheiterten vor allem an fehlenden finanziellen Mitteln und an langwierigen Genehmigungsverfahren.

Angesichts der zunehmenden Probleme verstärkt sich nun die Diskussion über die Vor- und Nachteile des Verkehrs bzw. über die Gestaltung der Rahmenbedingungen.

Das hat zweifellos seine Berechtigung, ist aber oft geprägt von Ideologisierung und weniger von der Suche nach umsetzbaren Kompromissen.

Schon heute gibt es viele technische Lösungen, die Verkehr flüssiger machen können, wie z. B. intelligente Lichtsignalsteuerung in den Städten oder Schilderbrücken mit dynamischen Verkehrshinweisen. (Linienbeeinflussungsanlagen)

Es hängt also oft nicht an der Verfügbarkeit der Technik, sondern sehr oft an der Umsetzung.

Diese Zusammenhänge aufzuzeigen und auf eine Basis gesicherter Erkenntnisse zu stellen sowie Position gegenüber der Gesellschaft und der Politik zu beziehen, hat sich acatech zur Aufgabe gemacht.

Die Arbeitsgruppe Mobilität, die von Prof. Pischinger geleitet wird und der Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verbänden und auch der Politik angehören, strebt z. B. an, konkrete Handlungsbedarfe im Feld Mobilität und Transport zu identifizieren und zu priorisieren.

Will man den erreichten Lebensstandard in Deutschland und Europa künftig halten oder sogar steigern, muss man sich darüber im klaren sein, dass dies aller Voraussicht nach nur mit mehr Verkehr möglich sein wird. Noch gelingt es nicht, Wertschöpfung in größerem Umfang zu erzielen, ohne dabei zusätzliche Verkehrsnachfrage auszulösen (Bild 6).

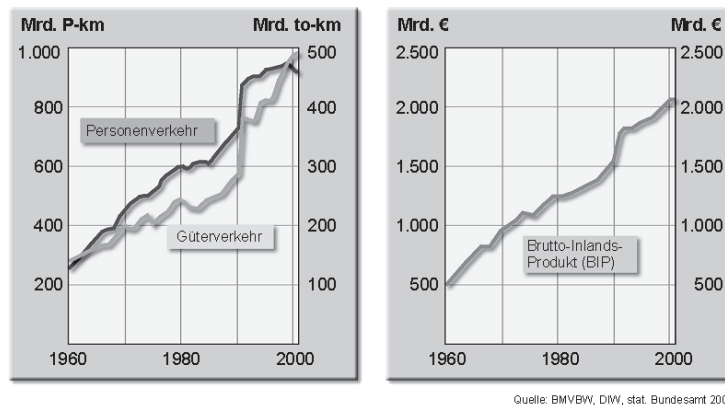


Bild 6: Wirtschaft und Verkehr in Deutschland

Seit 1990 entwickelt sich sogar der Güterverkehr aufgrund der veränderten Fertigungstiefen in der Wirtschaft stärker als das BIP.

Insofern müssen wir uns in den kommenden Jahrzehnten der Herausforderung stellen, Mobilität zu ermöglichen und gleichzeitig ihre zweifellos auch vorhandenen negativen Begleiterscheinungen zu verringern bzw. zu vermeiden.

Wie lassen sich denn die Trends der Mobilität für die Zukunft feststellen und hinsichtlich der Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft beschreiben?

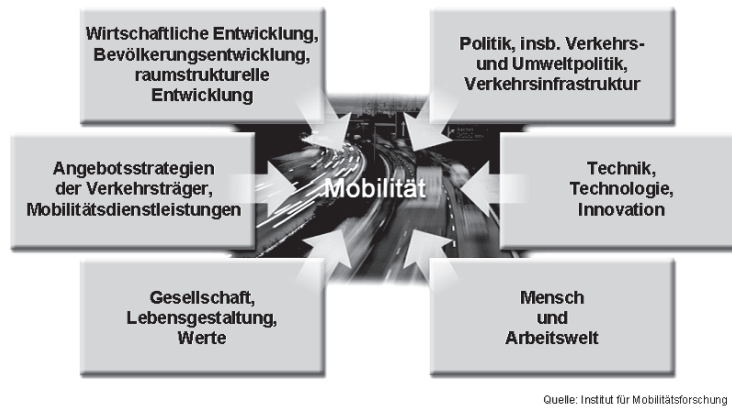
Dazu möchte ich zurückgreifen auf die Ergebnisse vom „Institut für Mobilitätsforschung“, einer Forschungseinrichtung der BMW Group. In einem umfassenden Szenarioprojekt mit ca. 50 Wissenschaftlern, Unternehmensvertretern unterstützt durch Beratungsfirmen wurden im Institut Vorstellungen zur Mobilitätsentwicklung bis zum Jahre 2020 erarbeitet.

Die BMW Group, die Deutsche Bahn und die Lufthansa sind Träger dieses Projektes, das vom BMBF gefördert wird.

In dieser Studie wurden zunächst die Einflussfelder für die Entwicklung der Mobilität, wie z.B. Wirtschaft, Politik, Technik, Gesellschaft und Mobilitätsangebotsstrategien, bestimmt (Bild 7).

In diesen Feldern wurden Annahmen zur Entwicklung unter zwei Szenarien „Reaktion/Aktion“ getroffen und daraus Trendaussagen abgeleitet.

Das wichtigste Fazit dieses Projektes gleich vorne weg: Es besagt, dass wir uns nur mit adäquaten Bedingungen für Mobilität und Verkehr wirtschaftlich und gesellschaftlich nach vorne entwickeln können. Es geht also darum, wie, und nicht, ob wir in Zukunft mobil sein wollen.



Quelle: Institut für Mobilitätsforschung

Bild 7: Einflussfelder für die Mobilitätsentwicklung

Das Szenario „Reaktion“ beschreibt davon ausgehend einen zukünftigen Entwicklungsverlauf, der dem in der Vergangenheit ähnelt: Einschneidende Entscheidungen und Maßnahmen werden nur dann umgesetzt, wenn offensichtliche Missstände es erfordern.

Geprägt ist der Verlauf durch eine schlechte Mobilitätssituation, Zukunftsangst, überzogene Individualität, Güterverkehrsteigerung ohne entsprechend angepasste Infrastruktur, nicht vorhandene Verkehrsentslastung durch den öffentlichen Verkehr oder durch technische Neuerungen. Allerdings steigt die Nachfrage im Luftverkehr deutlich an.

Das „Aktionsszenario“ geht dagegen davon aus, dass weitblickende, auf eine Optimierung des Verkehrssystems hinzielende Entscheidungen getroffen und sukzessive umgesetzt werden.

Das wirkt sich deutlich positiver auf das Mobilitätsgeschehen aus, da aufgrund der Weichenstellung zu mehr Intermodalität öffentliche Verkehrsträger attraktiver sind und mehr angenommen werden.

Die hier erzielten Erkenntnisse machen eines völlig klar: Es bedarf einiger wichtiger Entscheidungen zum richtigen Zeitpunkt, um Entwicklungen längerfristig in die eine oder andere Richtung zu lenken.

Dabei handelt es sich teilweise um schwierige und komplexe Sachverhalte, z.B. die Harmonisierung politischer Rahmenbedingungen innerhalb der EU. Dieser Aspekt des Ergebnisses sollte nicht unterschätzt werden.

Andere Faktoren haben ebenfalls erhebliche Bedeutung für die Entwicklung von Verkehr und Mobilität in Deutschland, sind aber einer Einflussnahme durch

Politik oder sonstiger gesellschaftlicher Gruppen kaum direkt zugänglich. Dazu zählen etwa die demografische Entwicklung oder das dominierende Mobilitätsleitbild der Bevölkerung.

Auf diese Aspekte kann man nur durch die Veränderung von Rahmenbedingungen sehr indirekt und langfristig Einfluss nehmen. Es ist deshalb wichtig, dass diese Faktoren durch Politik oder Wirtschaft rechtzeitig und in der richtigen Weise verändert werden.

Eine weitere Erkenntnis, die im Grunde seit langem bekannt ist, hat sich hier wieder bestätigt: Nachhaltige Mobilität kann nur erreicht werden, wenn unterschiedlichste Fachdisziplinen und die verschiedenen Akteure des Verkehrsgeschehens sich untereinander abstimmen.

Gerade bei verkehrspolitischen und mobilitätsrelevanten Entscheidungen handelt es sich in den meisten Fällen um die Suche nach dem besten Kompromiss. Wegen der häufigen Zielkonflikte kann es eine „allein selig machende“ Entscheidung meist nicht geben. Die Zersplitterung von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft in Fachgebiete und Zuständigkeiten erschwert die Bewältigung dieser Herausforderung besonders.

Hieraus folgt: Dialog, Akzeptanz von Sachzwängen, gegenseitige Anerkennung der Kompetenz und jeweils anderer Sichtweisen sind wichtige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Gestaltung zukünftiger Mobilität.

2. Vernetztes Verkehrsmanagement in Deutschland

Nachdem wir einen Blick auf die möglichen Entwicklungen der Mobilität und des Verkehrs im allgemeinen geworfen haben, möchte ich Ihnen nun einen Einblick geben, welche Zukunftslösungen es mit „Vernetztem Verkehrsmanagement“ aus deutscher Sicht geben kann und wo die Grenzen liegen können.

Dabei handelt es sich meines Erachtens um eine Optimierungsaufgabe in den Feldern Verkehrsträger, Verkehrswege und Transportkette, die für sich und im Zusammenspiel unter verschiedenen Einflussparametern optimiert werden müssen (Bild 8).

Wichtige Einflussparameter sind dabei die Anforderungen der Nutzer und Anbieter, die Akzeptanz der Gesellschaft, die technische Entwicklung und die Vorgaben der Politik in Deutschland, Europa und teilweise auch darüber hinaus.

Dazu ist schon viel wissenschaftlich gearbeitet worden. Ich möchte exemplarisch zurückgreifen auf konkrete Ergebnisse einer Studie, die das Zentrum für integrierte Verkehrssysteme an der TU Darmstadt, Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze, im Auftrag der BMW Group angefertigt hat.

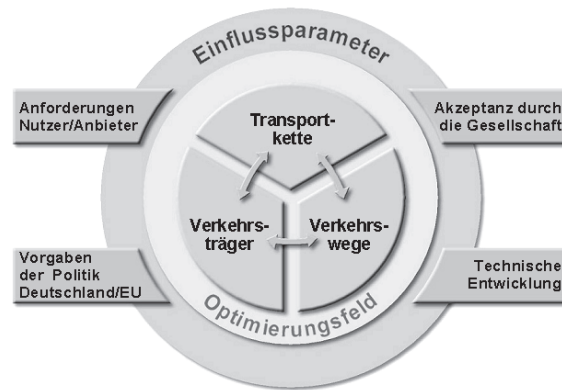


Bild 8: Aspekte zur Optimierung des Verkehrs

Die Studie zeigt, dass in Deutschland viele Technologien im Verkehrsmanagement schon lange intensiv eingesetzt oder intensiv entwickelt werden.

Beispiele hierfür sind Verkehrsbeeinflussungsanlagen und Wechselwegweiser auf Bundesautobahnen, Navigationssysteme in den Kraftfahrzeugen, verkehrsabhängige Lichtsignalsteuerung mit Bevorrechtigung von Bussen und Bahnen in den Städten, Fahrgastinformationen, Parkleitsysteme und vieles mehr (Bild 9).



Quelle: Zentrum für integrierte Verkehrssysteme an der TU-Darmstadt, Prof. Dr.-Ing. M. Boltze

Bild 9: Weit entwickelte Technologien

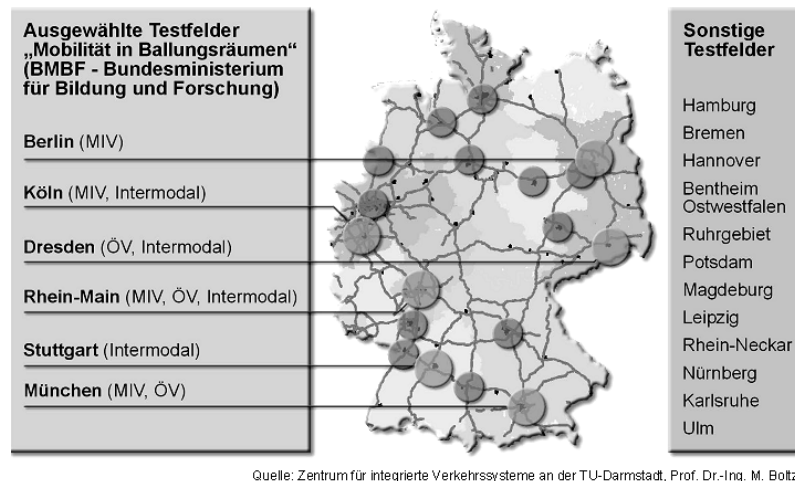


Bild 10: Zahlreiche Demonstratoren

Diese einzelnen Maßnahmen sind in der Literatur bereits umfassend dokumentiert. In zahlreichen großen Städten und Ballungsräumen Deutschlands gibt es Pilotprojekte und Demonstrationen für ausgewählte Maßnahmen des Verkehrsmanagements.

Dennoch ist festzustellen, dass die Anwendung der meisten Maßnahmen noch nicht weit verbreitet ist. Das gilt z.B. für die Verkehrsbeeinflussung auf Bundesautobahnen oder für Informationen zur aktuellen Verkehrslage, aber vor allem für die untergeordneten Netze und in Städten.

Zur Einschätzung des Status quo im Verkehrsmanagement in Deutschland wurden in der von mir erwähnten Studie achtzehn Ballungsräume untersucht, in denen Verkehrsmanagement in Forschungsprojekten, Demonstratoren sowie in praxisnahen Anwendungen entwickelt wurden bzw. werden (Bild 10).

Neben Recherchen in Literatur und Internet wurden die in den Regionen bearbeiteten Inhalte sowie der Anspruch und Stand der Projekte vor allem durch persönliche Befragungen von Projektverantwortlichen der Regionen ermittelt.

Als Ergebnis zeigt sich, dass doch entscheidende Umsetzungshemmnisse zur Einführung und zum Betrieb eines anspruchsvollen Verkehrsmanagements bestehen.

Die wichtigsten Hemmnisse auf übergeordneter Ebene betreffen z. B. die Finanzierung von Verkehrsprojekten, mangelnde Zielorientierung aufgrund unterschiedlichster Zielvorstellungen von Nutzern, Betreibern und den Kommunen

bei Planung und Durchführung, Schwächen in der kooperativen Zusammenarbeit aller Betroffenen sowie mangelnde funktionale- technische und organisatorische Integration.

Auf letztere möchte ich etwas näher eingehen.

Beispiele für Mängel in der funktionalen Integration liegen in der Intermodalität, Multifunktionalität und Interoperabilität.

Andere Schwachstellen sind noch immer zu wenig ausgeprägtes Denken und Handeln in Maßnahmenbündeln. Darüber hinaus fehlt es daran, bauliche und betriebliche Maßnahmen integriert zu betrachten.

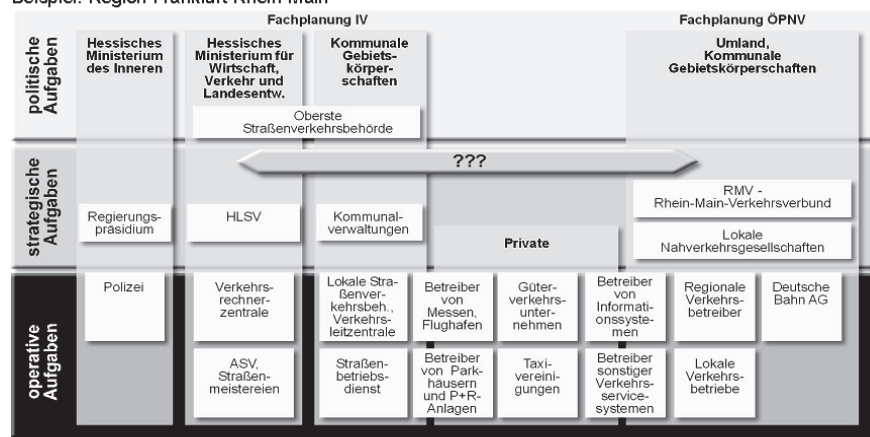
Oftmals werden die funktionalen Zusammenhänge unzureichend betrachtet oder auch das Nutzen-Kosten-Verhältnis zu wenig berücksichtigt.

Mängel bei der technischen Integration liegen in fehlenden technischen Schnittstellen, in der zu geringen Nutzung der Fusion technischer Komponenten oder der Fusion von Daten.

Schwächen in der organisatorischen Integration zeigen sich zum Beispiel an einer nicht klaren oder sachgerechten Verteilung von Zuständigkeiten, an mangelhafter Kooperation oder daran, dass Betreibermodelle sich als nicht dauerhaft tragfähig erweisen (Bild 11).

In einigen Fällen scheitern Maßnahmen auch daran, dass Nutzen und Kosten an verschiedenen Stellen entstehen und ein Interessenausgleich nicht vereinbart werden kann.

Beispiel: Region Frankfurt Rhein-Main



HLSV: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen ASV: Ämter für Straßen- und Verkehrswesen
Source: Zentrum für integrierte Verkehrssysteme an der TU-Darmstadt Prof. Dr.-Ing. M. Boltze

Bild 19: Mangelhafte Kooperation/Organisatorische Integration

Zusammenfassend kann man für Deutschland sagen, dass, wie wir hören konnten, die wirklich schwer lösbaren Aufgaben für die Zukunft weniger die technischen Probleme betreffen, sondern eher in der Anwendung der vielfältigen Möglichkeiten liegen, die uns die Technik bietet.

Immerhin ist die Stärke Deutschlands – trotz aller gerade gemachten Erfahrungen (Memo: Toll Collect) – die Systemintegration.

Diese Stärke kann Deutschland jedoch nur ausspielen bei einem optimalen Zusammenspiel der von mir schon anfangs vorgestellten Einflussparameter.

Gerade hier sieht sich die bereits erwähnte Arbeitsgruppe „Mobilität“ von acatech, dem Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften in der Pflicht.

acatech hat es sich als unabhängige Institution zur Aufgabe gemacht, sachlich über die aktuelle Situation zu berichten und zukünftige Lösungsmöglichkeiten anzustoßen.

3. Die europäische Dimension eines vernetzten Verkehrsmanagements

Damit komme ich zu meinem dritten und letzten Punkt im Vortrag.

Die Problemstellungen von Mobilität und Verkehr in Europa sind vielfach ähnlich gelagert wie die in Deutschland.

So zeigen die Prognosen zum Verkehrswachstum fast überall in Europa deutlich nach oben. Damit müssen Infrastrukturfragen und andere Aspekte für den grenzüberschreitenden Verkehr auf europäischer Ebene behandelt werden. Das gilt auch für Sicherheits- und Umweltfragen, die sich aus dem Wachstum von Mobilität und Verkehr ergeben.

Die europäische Politik ist hier besonders gefordert, bestehen doch im Hinblick auf gemeinsame Lösungen große Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern hinsichtlich Verkehrsstrukturen, Systemtechniken und Datenprotokollen sowie den rechtlichen, organisatorischen Zuständigkeiten und finanziellen Voraussetzungen, die für eine Integration im Verkehrsbereich zu beachten sind.

Sprachliche und kulturelle Barrieren, die es zu überwinden gilt, kommen noch hinzu.

Die verkehrliche Problemsituation ist also in der europäischen Dimension noch eine Stufe komplexer als die länderspezifische.

Ungeachtet dessen fördern die Forschungsprogramme der europäischen Kommission viele Projekte, wie z.B. in den Bereichen strategischer Informationssy-

steme, Öffentlicher Nahverkehr, Integriertes Verkehrsmanagement und Reise- und Verkehrsinformationen.

Man kann feststellen, dass sich solche Förderungen stimulierend auf Verkehrsprojekte in den Mitgliedsländern der EU auswirken.

Die Europäische Kommission hat Grundlagen für Lösungsansätze auf europäischer Ebene gelegt.

So ebnete z.B. der Vertrag von Maastricht den Weg für eine gemeinsame Verkehrspolitik in Europa, in dem politische, institutionelle und finanzielle Grundlagen für die EU festgeschrieben wurden. Außerdem wurde das Konzept des transeuropäischen Netzes verankert, wodurch ein Leitschema für die Verkehrsinfrastruktur auf europäischer Ebene entwickelt werden konnte, für die Finanzmittel der Gemeinschaft bereitgestellt werden.

Auf diesen Grundlagen entstand das sogenannte Weißbuch der Kommission in dem die zukünftige Entwicklung der Verkehrspolitik für einen Zeitraum von 10 Jahren vorgestellt wird. Das letzte Weißbuch wurde Ende 2001 veröffentlicht. Es enthält eine Vielzahl von Maßnahmen für die Zeit bis 2010.

EU-Kommissarin de Palacio, hat das Weißbuch mit den folgenden Worten kommentiert:

“Die europäischen Bürger verdienen ein leistungsfähiges Verkehrssystem, das Qualität und Sicherheit gewährleistet, und das Weißbuch legt durch einen phantasievolleren und rationelleren Einsatz der verschiedenen Verkehrsmittel und Infrastrukturebenen den Grundstein dafür.“

Es ist sehr zu begrüßen, dass mit dem Instrument des Weißbuches eine Zielrichtung europäischer Verkehrspolitik gegeben wird.

Die Frage muss aber erlaubt sein, ob diese Ziele z.B. nah genug an der Wirklichkeit von Verkehrsnachfrage und -angebot liegen, die Meinungsmehrheit der Bürger berücksichtigen und auf die Notwendigkeiten für die Wirtschaft ausgerichtet sind.

Den engen Zusammenhang zwischen Mobilitäts- und Verkehrswachstum und dem der Wirtschaft sowie den enormen Zuwachs des Güterverkehrs in Europa hatte ich schon herausgestellt.

Zur Bewältigung dieses Problems werden wir um mehr Infrastruktur keinesfalls herumkommen. Intelligentes Verkehrsmanagement kann und wird einen Lösungsbeitrag bringen, aber es kann eben nur ein Beitrag sein.

In diesem Zusammenhang darf auch nicht die europaweite Aufnahmefähigkeit der Schiene überschätzt werden. Abgesehen von einigen wenigen Projekten,

wie z.B. dem Eurostar Paris-Brüssel-London kann noch nicht von einem interoperablen transeuropäischen Schienennetz gesprochen werden.

Bis auf lange Zeit wird die Straße weiter die Hauptlast des Verkehrswachstums tragen müssen und das geht nur bei entsprechender Infrastruktur.

Die Haushaltslage in allen Ländern der EU ist allerdings so angespannt, dass eine ausreichende Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur und ihre Erhaltung gefährdet sind.

In den Ländern der EU bestehen große Unterschiede in den Finanzierungssystemen für den Verkehr, wie z.B. Kraftstoffsteuer, Fahrzeugsteuer sowie Straßennutzungsgebühren.

Bei letzterem gibt es unterschiedliche Zahlungsabwicklungen, die von Vignetten über Zahlstellen bis hin zu telematischen Systemen reichen.

Ein solches telematisches System steht vor der Einführung in Deutschland. Von einer Harmonisierung in der EU kann allerdings noch nicht die Rede sein.

Drei Ziele für Harmonisierungsbestrebungen möchte ich aus meiner Sicht nennen.

Erstens:

Die Finanzmittel, die durch die Besteuerung von Mobilität eingenommen werden, sollten auch für die Mobilität wieder ausgegeben werden, also zweckgebunden sein!

Zweitens:

Es sollten die Lösungen bevorzugt verfolgt werden, die europaweit eingesetzt werden können!

Drittens:

Mobilität darf für die Nutzer in Summe nicht unakzeptabel teurer werden!

Meine sehr verehrten Damen und Herren,
abschließend möchte ich zusammenfassen:

Das Institut für Mobilitätsforschung hat in einer Studie die vielfältigen Einflußumfelder für die Entwicklung der Mobilität bestimmt.

Diese Studie sagt, wie auch andere, starkes Mobilitätswachstum in Europa und hier vor allem im Güterverkehr voraus.

Zur Bewältigung dieses Verkehrswachstums benötigen wir sowohl einen angemessenen Ausbau der Infrastruktur als auch gleichzeitig vernetzte Verkehrslösungen zur Optimierung des Verkehrsablaufs.

Innovative Lösungen sind dabei restriktiven vorzuziehen.

Technische Lösungen stehen für ein vernetztes Verkehrsmanagement in Deutschland und auch in anderen europäischen Ländern zur Verfügung, es fehlt aber an der Finanzierung und zielgerichteten Umsetzung.

Die europäische Dimension übergreifender Verkehrslösungen ist zwar komplexer, trotzdem ist eine harmonisierte Umsetzung anzustreben.

Hier liegen sowohl länderspezifisch als auch europaweit noch viele Aufgaben vor uns.

acatech arbeitet eng mit dem Verband der europäisch organisierten Akademien – Euro-CASE – zusammen, um auch die europäischen Anforderungen bei der Priorisierung der wichtigsten Handlungsbedarfe einzubeziehen und so einen Beitrag zur Wegbereitung für die besten Lösungen zur Zukunftssicherung der Mobilität in Europa zu leisten.

Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.

DIE BRAUNSCHWEIGISCHE WISSENSCHAFTLICHE GESELLSCHAFT

VERLEIHT DIE

CARL-FRIEDRICH-GAUSS-MEDAILLE

HERRN

PROF. DR.-ING. DR. H. C. MULT. DR.-ING. E. H.
JOACHIM MILBERG

MÜNCHEN

IN WÜRDIGUNG SEINER BESONDEREN VERDIENSTE ALS FORSCHENDER
INGENIEUR AUF DEM GEBIET DES MASCHINENBAUS UND DER
PRODUKTIONSWISSENSCHAFTEN

Neben den klassischen Gebieten der Werkzeugmaschinen und der Fertigungsprozesse greift er die automatisierte Montagetechnik und sensorisierte Nutzung von Robotern auf und systematisiert die Montage und das Zusammenwirken von Mensch und Maschine. Der von ihm definierte Dreiklang: Mensch – Organisation – Technik ist bestimmend in seiner wissenschaftlichen Arbeit. Prof. Milberg prägt mit seinen Ideen die rechnerintegrierte Produktion entscheidend und weist damit neue Wege in der Produktionstechnik, in weiten Teilen des Maschinenbaus, des Fahrzeugbaus und der Elektrotechnik.

Braunschweig, den 30. April 2004



Präsident
der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft

Milberg, Joachim, Dr.-Ing. Dr.h.c.mult., Dr.-Ing. E.h., Professor für Maschinenbau und Produktionswissenschaften, Präsident des acatech – Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e. V., Residenz München, Hofgartenstraße 2, 80539 München

- 1943, 10.04. geboren in Verl, Westfalen
- 1962-1969 Studium der Fertigungstechnik in Bielefeld und Berlin
(Stipendiat der Studienstiftung des deutschen Volkes)
- 1971 Promotion zum Dr.-Ing.
- 1972-1978 Leitender Angestellter bei der Werkzeugmaschinenfabrik Gilde-meister AG, Bielefeld
- 1978-1981 Leiter des Geschäftsbereiches ‚Automatische Drehmaschinen‘
- 1981-1993 Ordinarius für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften an der Technischen Universität München
Leiter des Forschungsinstituts für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften mit dem Zentrum für Fertigungsautomatisierung und Robotertechnologie in München sowie dem produktionstechnischen Anwenderzentrum in Augsburg
- 1993-1998 Mitglied des Vorstandes der BMW AG, Ressort: Produktion
- 1998-1999 Ressort: Engineering und Produktion
- 1999-2002 Vorstandsvorsitzender

Zahlreiche Publikationen

Sonstige Tätigkeiten während der Zeit als Lehrstuhlinhaber der Technischen Universität München:

Vorsitzender des Apparatenausschusses der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Mitglied des wissenschaftlichen Beirates für Hochschulfragen des Bayerischen Ministers für Unterricht und Kultus, Mitglied des Präsidiums des VDI, Dekan der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität München.

Derzeitige Beirats- und Aufsichtsratsmandate:

Allianz Versicherungs AG, BMW AG, MAN AG, John Deere & Company (USA), Leipziger Messe GmbH, FESTO AG & Co., Esslingen (Mitglied des Aufsichtsrates – nicht börsennotierte AG), TÜV Süddeutschland Holding AG – Mitglied des Gesellschafterausschusses

Weitere Mandate:

Präsident acatech – Konvent für Technikwissenschaften der deutschen Akademien der Wissenschaften e. V., Mitglied des Verwaltungsrates sowie Mitglied des Senats der Max-Planck-Gesellschaft, München

Ehrungen und Auszeichnungen

- 1988: Förderpreis für deutsche Wissenschaftler: Gottfried Wilhelm Leibniz-Programm der Deutschen Forschungsgemeinschaft
- 1991: Fritz-Winter-Preis der Fritz-Winter-Stiftung
- 1992: Herwart-Opitz-Ehrenmedaille des VDI (Verein Deutscher Ingenieure)
- 1995: Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland
- 1996: Ehrendoktorwürde der Universität Hannover
- 1998: Honorarprofessor für das Fachgebiet ‚Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften‘ der Technischen Universität München
- 1999: Staatsmedaille für besondere Verdienste um die Bayerische Wirtschaft
- 2000: Grashof-Denkmünze des VDI
- 2001: Bayerischer Verdienstorden
General Pierre Nicolau Award von CIRP
(International Institution for Production Engineering Research)
- 2002: Ehrensator Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee
Ehrendoktorwürde der Universität Cranfield, England
Bayerische Umweltmedaille für besondere Verdienste um Umweltschutz und Landesentwicklung
- 2003: Ernst Blickle Preis

Schlußworte des Generalsekretärs

Das diesjährige Carl Friedrich Gauß-Kolloquium, meine sehr verehrten Damen und Herren, war heute vormittag dem Thema „Mobilität – Wunsch und Wirklichkeit“ gewidmet. Einer der großen Denker und Vordenker Europas ist in diesem Titel gleich zweimal gegenwärtig. Einmal in der Rede von der Wirklichkeit, denn es war Aristoteles, der das Kunstwort *enérgeia* = *enFérgeia*, also eigentlich Wirklichkeit, von *érgon* = *Férgon* = Werk, schuf. Zum andern in der Rede von der Mobilität. Denn es ist wohl zu sehen, daß die Aufmerksamkeit auf Bewegung und das Erstaunen über ihre Möglichkeit eine der Bedingungen für das Entstehen von Wissenschaft war, wie Aristoteles denn in allen Teildisziplinen seiner wissenschaftlichen Enzyklopädie jeweils nach der eigentümlichen Art der Bewegung und ihrem Grund gefragt hat.

Die Bewegung, formulierte er in seiner Physikvorlesung (201a9), sei die Wirklichkeit eines Möglichen als solchen, und noch bei Aristoteles selbst ist zu sehen, wie schwierig es war, diesen Begriff der Möglichkeit überhaupt erst einmal zu fassen und selber als „Bedingung der Möglichkeit“ von Wissenschaft fruchtbar zu machen. Denn dieser Begriff ist unabtrennbar von dem einer offenen Zukunft als derjenigen Zeit, für deren Erfüllung – so oder so – wir, gesehen auf das menschliche Tun und Hervorbringen im ganzen, selbst verantwortlich sind. So fragte das Kolloquium nach der *Möglichkeit*, gesellschaftliche Mobilität zu finanzieren, nach der *Möglichkeit*, Verkehrssicherheit zu berechnen, und nach der *Möglichkeit* des Schienenverkehrs im Ensemble der sich abzeichnenden Möglichkeiten von Verkehr unter den technischen Bedingungen der medialen Moderne.

Das Wort Verkehr, worin immer noch die Möglichkeit des “verkehrt”, der falschen Richtung mitschwingt, ist jung. Erst 1741 bemerkte der Lexikograph Johann Leonhard Frisch, daß “einige” es für das lateinische commercium zu gebrauchen begonnen hatten. Darin wiederum ist das alte merx = Handel zu hören, und der Gott Mercurius gab nicht nur dem beweglichsten der sieben in der Antike bekannten Metalle, dem Quecksilber, den Namen – als Gott des Handels und Wandels, allzeit in Bewegung, wurde er von den gelehrten Römern dem griechischen Hermes gleichgesetzt. Nach ihm, dem Vermittler-Gott neben dem Eros, nannten die Griechen eine glückliche Entdeckung ein *hérmaion*. Solche Gaben des Verkehrs-Gottes waren der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft und ihren Gästen heute wieder manche beschieden.

Lassen Sie mich daher zum Schluß unsrer feierlichen Jahresversammlung all denen Dank abstatten, die ihr das wissenschaftliche Profil gaben, Professor Reinhart Kühne vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Berlin, Professor Eckehart Schnieder aus Braunschweig, Doktor Hermann Lenke von der Deut-

schen Eisenbahn Consulting GmbH in Frankfurt und Berlin, Professor Karl Popp aus Hannover, Professor Matthias Bohnet aus Braunschweig für die Laudatio und vor allem, versteht sich, dem diesjährigen Träger der Carl Friedrich Gauß-Medaille, Professor Joachim Milberg.

Und lassen Sie uns das Wort commercium nun auch in seiner andren altbezeugten Bedeutung nehmen, unsrer Stadt, wie zu unsrer Freude Jahr auf Jahr, danken für die Einladung in ihre schönen Räume und uns im Bürgermeisterzimmer dem *geselligen* Verkehr widmen.

Mitteilungen

Veröffentlichungen

Im Berichtsjahr wurden veröffentlicht:

Jahrbuch 2003 der BWG mit 141 Seiten

Abhandlungen der BWG, Band 53 mit 139 Seiten

Geschäftliche Mitteilungen:

Am 31.12.2004 gehörten der BWG 142 ordentliche Mitglieder an, davon 85 unter 70 Jahren, sowie 75 korrespondierende Mitglieder. Die Zahl der Mitglieder unter 70 Jahren betrug in der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften 33, in der Klasse für Ingenieurwissenschaften 27 und in der Klasse für Geisteswissenschaften 25. Von den ordentlichen Mitgliedern zählten zum Bereich Braunschweig 81, zum Bereich Clausthal 12, zum Bereich Göttingen 8, zum Bereich Hannover 39 und zum Bereich Osnabrück 2.

Das Plenum trat am 10.12.2004 zu seiner jährlichen Hauptsitzung zusammen, nahm die Jahresberichte des Präsidenten und des Generalsekretärs entgegen und beschloss den Haushalt 2005. In den Wahlsitzungen am 23.04.2004 und 10.12.2004 wurden die auf den Seiten 258 ff. vorgestellten Mitglieder zugewählt. Am 10.12.2004 wurde Prof. Dr. rer. nat. Joachim Klein für eine weitere Amtsperiode von 2005 bis 2007 zum Präsidenten der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft wieder gewählt. Seit dem 01.01.2004 ist Prof. Dr. rer. nat. Dr. h.c. Ekkehard Winterfeldt Vorsitzender der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften. Prof. Dr. phil.habil. Hans-Joachim Behr wurde als Vorsitzender der Klasse für Geisteswissenschaften für eine weitere Amtszeit vom 01.01.2005 bis 31.12.2007 wieder gewählt.

Das am 10.12.2004 tagende Konzil wählte den Gaußpreisträger 2005 und legte die Feierliche Jahresversammlung auf den 27.05.2005 fest.

Personalia

Todesfälle

- 16.02.2004 Martin Kneser, Dr.rer.nat., Prof.em. der Mathematik an der Universität Göttingen. Korrespondierendes Mitglied der Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften seit 1983. Gauß-Preisträger 1981
- 06.05.2004 Wilhelm Batel, Dr.-Ing., Prof. u. Dir. für Verfahrenstechnik, FAL Braunschweig. Ordentliches Mitglied der Klasse für Ingenieurwissenschaften seit 1977
- 11.08.2004 Franz Haslinger, Dr.jur. Dr.rer.pol., Prof. für Volkswirtschaftslehre an der Universität Hannover. Ordentliches Mitglied der Klasse für Geisteswissenschaften seit 2004 (April)
- 04.09.2004 Hans-Heinrich Mohr, Dr.rer.pol., Versicherungswissenschaften, Braunschweig. Ordentliches Mitglied der Klasse für Geisteswissenschaften seit 1975
- 04.11.2004 Josef Fleckenstein, Dr.phil., Prof.em. für Mittelalterliche Geschichte, Direktor Max-Planck-Gesellschaft für Geschichte, Göttingen. Korrespondierendes Mitglied der Klasse für Geisteswissenschaften seit 1996. Gauß-Preisträger 1994
- 03.12.2004 Johannes-Werner Partenscky, Dr.-Ing., Dr.phys. Prof. h.c. Dr.h.c., Prof.em. für Vermessungskunde, Universität Hannover. Ordentliches Mitglied der Klasse für Bauwissenschaften bzw. Ingenieurwissenschaften seit 1981

Zuwahlen

zu ordentlichen Mitgliedern wurden am **23.04.2004** gewählt

in der Klasse für Geisteswissenschaften

Daniel, Ute., Dr.phil., Universitätsprofessorin für Neuere Geschichte an der Technischen Universität Braunschweig, Wendenmaschstraße 7, 38114 Braunschweig

1953, 03.05. geboren in Freiburg/Breisgau
 1972 Abitur
 1980 Magister der Geschichtswissenschaft an der Universität Bielefeld
 1983 – 1984 Stipendiatin der Studienstiftung
 1986 Promotion an der Universität Bielefeld
 1992 – 1994 Habilitationsstipendium aus dem „Lise Meitner-Programm“ der Landesregierung NRW
 1994 Habilitation mit der Venia legendi „Neuere und Neueste Geschichte“ an der Universität Siegen
 1984 – 1987 Wiss. Mitarbeiterin an der Universität Siegen
 1987 – 1993 Hochschulassistentin an der Universität Siegen
 1994 – 1996 Hochschuldozentur an der Universität Siegen
 1995 – 1996 Lehrstuhlvertretung an der Universität Bielefeld
 1996 – 1997 Lehrstuhlvertretung an der Technischen Universität Braunschweig
 seit 1997 Universitätsprofessorin für die Geschichte des 19./20. Jahrhunderts und der frühen Neuzeit am Historischen Seminar der Technischen Universität Braunschweig

Publikationen und Editionen:

zahlreiche, mehrere Bücher, darunter das „Kompendium Kulturgeschichte“ seit 2001 bereits in 4. Auflage

Mitgliedschaften:

seit 1992 Mitglied des wiss. Beirats des Centre de Recherche de l’Historial de la Grande Guerre
 seit 1995 Mitglied des wiss. Beirats der Bibliothek für Zeitgeschichte, Stuttgart
 seit 1997 Mitglied des wiss. Beirats der Forschungsstelle für Zeitgeschichte, Hamburg
 seit 1999 Mitglied des Arbeitskreises für moderne Sozialgeschichte e. V.
 seit 2000 Fachgutachterin der Deutschen Forschungsgemeinschaft für neuere und neueste Geschichte
 seit 2000 Mitglied der Historischen Kommission für Niedersachsen und Bremen
 seit 2001 Mitglied der Historischen Kommission beim Parteivorstand der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands

seit 2001 Mitglied des wiss. Beirats des Deutschen Historischen Instituts Paris
 seit 2003 Mitglied der Deutsch-russischen Historikerkommission

Haslinger, Franz, Dr.jur. Dr.rer.pol., Universitätsprofessor für Volkswirtschaftslehre an der Universität Hannover, Im Wendischen Dorfe 22, 21335 Lüneburg

1945, 02.01. geboren in Traismauer, Niederösterreich
 1963-1967 Studium der Rechtswissenschaften an der Universität Wien
 1967 Promotion zum Dr. jur.
 1968-1969 Präsenzdienst beim österreichischen Bundesheer und Beschäftigung bei der Zentralsparkasse der Gemeinde Wien
 1969-1971 Scholar an der Abteilung Ökonomie des Instituts für Höhere Studien und wissenschaftliche Forschung in Wien VI
 1971 Diplom in Volkswirtschaftslehre
 1971-1974 Assistent an der Abteilung Ökonomie am oben genannten Institut
 1974-1982 Assistent am Institut für Volkswirtschaftslehre, einschließlich Ökonometrie, der Universität Regensburg
 1981 Promotion zum Dr. rer. pol.
 Auszeichnung mit dem Kulturpreis Ostbayerns für hervorragende wissenschaftliche Leistungen
 1982-1989 Professor für Volkswirtschaftslehre an der Hochschule für Wirtschaft und Politik in Hamburg
 seit 1989 Professor für Volkswirtschaftslehre, insbesondere Wachstum und Verteilung, an der Universität Hannover

Zahlreiche Publikationen

Prof. Dr. Dr. Franz Haslinger verstarb am 11. August 2004

zu ordentlichen Mitgliedern wurden am **10.12.2004** gewählt

in der Klasse für Ingenieurwissenschaften

Carlowitz, Otto, Dr.-Ing., Universitätsprofessor für Umweltwissenschaften an der Technischen Universität Clausthal und Geschäftsführer CUTEC-Institut Clausthal, Am Dammgraben 1, 38678 Clausthal-Zellerfeld

1949, 24.06. geboren in Bremen
 1970 Industriepraktikum und Werkstudententätigkeit bei der Firma Bremer Vulkan, Bremen-Vegesack
 1970-1976 Studium an der Technischen Universität Clausthal, Fachrichtung Maschinenbau, Studienrichtung Verfahrenstechnik

- 1976 Diplomprüfung zum Diplom-Ingenieur
- 1976-1977 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Wärmetechnik und Industrieofenbau der Technischen Universität Clausthal
- 1978 Wissenschaftlicher Assistent am v. g. Institut
- 1978 Promotion zum Doktor-Ingenieur am v. g. Institut
- 1979-1980 Oberingenieur am v. g. Institut
- 1980 Mitarbeiter des Bereiches Forschung und Entwicklung der Ingenieurgesellschaft Schmidt Reuter, Köln
- 1980 Projektingenieur bei der Firma Kleinewefers Energie- und Umwelttechnik GmbH
- 1981-1982 Leiter der Abteilung Verbrennungstechnik im v. g. Unternehmen
- 1982-1984 Hauptabteilungsleiter Umwelttechnik im v. g. Unternehmen
- 1984 Berufung zum Hochschullehrer an die Fachhochschule Braunschweig/ Wolfenbüttel, Lehrgebiete Gasversorgungs- und Abgasreinigungstechnik, C 3
- 1994-2000 Geschäftsführender Leiter des Institutes für Verfahrensoptimierung und Entsorgungstechnik an der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel
- seit 2000 Geschäftsführer der Clausthaler Umwelttechnik-Institut GmbH und Leiter des Institutes für Umweltwissenschaften der Technischen Universität Clausthal, C 4

Zahlreiche Publikationen

in der Klasse für Geisteswissenschaften

Conermann, Klaus, Dr.phil., Professor em. für Germanistik (neuere deutsche Literatur), Projektleiter und Herausgeber: Die deutsche Akademie des 17. Jahrhunderts. Im Auftrag der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig. Arbeitsstelle: Herzog August Bibliothek, Schlossplatz 18, 38304 Wolfenbüttel

- 1941, 01.10. geboren in Berlin
- 1961 Abitur in Bochum
- 1967 1. Staatsexamen für das Lehramt an höheren Schulen in den Fächern Deutsch und Geschichte in Bonn
- 1969 Promotion zum Dr. phil. (Germanistik, Alte Geschichte, Mittlere und Neue Geschichte) in Bonn
- 1969-1987 Assistant Professor, 1975 Associate Professor, seit 1987 Professor of Germanic Languages and Literatures am Dept. of Germanic Languages & Literatures, University of Pittsburgh
- seit 1989 mehrfach Gastprofessor an der Universität Augsburg

Zahlreiche Publikationen

Projektleiter und Herausgeber:

Fruchtbringende Gesellschaft. Der Fruchtbringenden Gesellschaft geöffneter Erzschein. Das Köthener Gesellschaftsbuch Fürst Ludwigs I. von Anhalt-Köthen 1617-1650. Herausgegeben von Klaus Conermann. 3 Bde. – Leipzig: Edition Leipzig 1985 (Zugleich: Weinheim; Deerfield Beach, Fl.: VCH Acta humaniora 1985) 1506 S.

Die deutsche Akademie des 17. Jahrhunderts. Fruchtbringende Gesellschaft. Kritische Ausgabe der Briefe, Beilagen und Akademiearbeiten. Im Auftrag der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, in Kooperation mit der Herzog August Bibliothek herausgegeben von Klaus Conermann. Tübingen: In Kommission Max Niemeyer. 1992 ff.

Martin Opitz' Briefwechsel, Eintragungen und Lebenszeugnisse. Kritische Ausgabe mit Kommentar und Übersetzung. Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Arbeitsstelle an der Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel.

Mitgliedschaften:

Internationaler Wolfenbütteler Arbeitskreis für Barockforschung

zum korrespondierenden Mitglied wurde am **10.12.2004** gewählt:

in der Klasse für Ingenieurwissenschaften

Milberg, Joachim, Dr.-Ing. Dr.h.c.mult., Dr.-Ing. E.h., Professor für Maschinenbau und Produktionswissenschaften, Präsident des acatech – Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e. V., Residenz München, Hofgartenstraße 2, 80539 München. (Siehe auch Seite 244).

Inhaber der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille 1949-2004

- 1949 *Walter Reppe* †, Dr. phil., Dr. phil. nat. h.c., Dr.-Ing. E.h., Honorarprofessor der Universität Mainz und der Technischen Hochschule Darmstadt.
- 1950 *Arvid Hedvall* †, fil. dr., Dr. phil. h.c., Dr.-Eng. h.c., Dr. Techn. h.c., em. o. Professor für Silikatchemie der Technischen Hochschule Göteborg/Schweden.
- 1951 *Wilhelm Nusselt* †, Dr.-Ing. E.h., em.o.Professor für Theoretische Maschinenlehre an der Technischen Hochschule München.
- 1952 *Erwin W. Müller* †, Dr.-Ing. habil., Dr. rer. nat. h.c., Dr. h.c., Evan-Pugh Res., Professor an der Pennsylvania State University, University Park, Penn./USA.
- 1953 *Gustav Wolf* †, Dr.-Ing.E.h., Professor in Münster.
- 1954 *Max Strutt* †, Dr.techn., Dr.-Ing.E.h., o. Professor für Höhere Elektrotechnik an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich/Schweiz.
- 1955 *Fritz Arndt* †, Dr.phil., Dr.rer.nat.h.c., Dr.h.c., em. o. Professor für Organische Chemie an der Universität Breslau, Honorarprofessor an der Universität Hamburg.
- 1955 *Pascual Jordan* †, Dr.phil., em. o. Professor für Theoretische Physik an der Universität Hamburg.
- 1956 *Ulrich Finsterwalder* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., München.
- 1957 *Georg Sachs* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., o. Professor für Metallurgie an der Syracuse University, Syracuse, N.Y./USA.
- 1958 *Werner Schmeidler* †, Dr.phil., Dr.-Ing.E.h., em. o. Professor für Mathematik an der Technischen Universität Berlin.
- 1959 *Hans Brockmann* †, Dr.sc.nat.habil., Dr.rer.nat.h.c., em. o. Professor für Organische Chemie an der Universität Göttingen.
- 1960 *Theodor von Karman* †, Dr.phil., Dr.-Ing.E.h., Dr.rer.nat.h.c.mult., LL.D., Professor am California Institute of Technology, Pasadena, Calif./USA.
- 1961 *Kurt Paul Klöppel* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., o. Professor für Statik und Stahlbau an der Technischen Hochschule Darmstadt.
- 1962 *Walter Schottky* †, Dr.phil., Dr.-Ing.E.h., Dr.rer.nat.h.c., Dr.techn.h.c., em. o. Professor für Theoretische Physik an der Universität Erlangen.
- 1963 *Gottfried Köthe* †, Dr.phil., Dr.h.c., Dr.rer.nat.h.c.mult., em. o. Professor für Angewandte Mathematik an der Universität Heidelberg.

- 1964 *Carl Wagner* †, Dr.phil., Dr.rer.nat.h.c., Dr.-Ing.E.h., Professor und vormals Direktor des Max-Planck-Instituts für Physikalische Chemie in Göttingen.
- 1965 *Albert Betz* †, Dr.phil., Dr.-Ing.E.h., Dr.sc.techn.h.c., Professor und vormals Direktor der Aerodynamischen Versuchsanstalt und des Max-Planck-Instituts für Strömungsforschung in Göttingen.
- 1966 *Wilhelm Becker* †, Dr.phil., Dr.h.c., em. o. Professor und Direktor der Astronomisch-Meteorologischen Anstalt der Universität Basel/Schweiz.
- 1967 *Henry Görtler* †, Dr.phil.habil., LL.D.h.c., em. o. Professor für Mathematik und vormals Direktor des Instituts für Angewandte Mathematik der Universität Freiburg i. Br..
- 1968 *Egon Orowan* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., o. Professor für Mechanical Engineering am Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass./USA.
- 1969 *E. Arne Bjerhammer*, tekn. dr., Professor für Geodäsie an der Kungl. Tekniska Högskolan in Stockholm/Schweden.
- 1970 *Elie Carafoli* †, Dr.rer.nat., Professor für Aero-Gas-Dynamik am Polytechnischen Institut Bukarest und vormals Direktor des Institut de Mécanique des Fluides "Traian Vuia" in Bukarest/Rumänien.
- 1971 *Walter Dieminger* †, Dr.rer.techn., apl. Professor für Geophysik an der Universität Göttingen und vormals Direktor des Max-Planck-Instituts für Aeronomie in Lindau/Harz.
- 1972 *Hubert Rüsch* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., em. o. Professor für Massivbau an der Technischen Hochschule München und vormals Direktor des Amtlichen Materialprüfungsamtes für das Bauwesen.
- 1973 *Viktor Gutmann* †, Dr.techn., Ph.D., Sc.D., Dr.rer.nat.h.c., Dr.Sc.h.c., em. o. Professor für Anorganische Chemie an der Technischen Universität Wien/Österreich.
- 1974 *Friedrich Tamms* †, Dr.h.c., Professor, Beigeordneter der Stadt Düsseldorf (Stadtbaurat i.R.), Freischaffender Planer.
- 1975 *Sir Michael James Lighthill* †, FRS, FRAeS, Hon.D.Sc.mult., Professor für Mathematik an der University of Cambridge/Großbritannien.
- 1977 *Walter Maurice Elsasser* †, Dr.phil., o. Professor für Geophysik an der Johns Hopkins University, Baltimor, Maryland/USA.
- 1977 *Helmut Moritz*, Dr.techn., Dr.-Ing.E.h., o. Professor für Geodäsie an der Technischen Universität Graz/Österreich.

- 1977 *László Fejes Tóth*, Dr., Professor und Direktor des Mathematischen Forschungsinstituts der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest/Ungarn.
- 1978 *Ulrich Grigull* †, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., em. o. Professor für Thermodynamik an der Technischen Universität München.
- 1979 *Wolf Freiherr von Engelhardt*, Dr.phil., em. o. Professor für Mineralogie und Petrographie an der Universität Tübingen.
- 1980 *Hans Kuhn*, Dr.phil., Dr.rer.nat.h.c., Professor und vormals Direktor am Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie in Göttingen.
- 1981 *Martin Kneser* †, Dr.rer.nat., o. Professor für Mathematik an der Universität Göttingen.
- 1982 *Walter Burkert*, Dr.phil., o. Professor für Klassische Philologie an der Universität Zürich/Schweiz.
- 1983 *Leopold Müller* †, Dr.techn., Dr.mont.h.c., Honorarprofessor für Felsmechanik an der Universität Salzburg/Österreich.
- 1984 *Heinz Beneking* †, Dr.rer.nat., o. Professor und Direktor des Instituts für Halbleitertechnik an der RWTH, Aachen.
- 1985 *Gerhard Ertl*, Dr.rer.nat., Dr.h.c., Professor und Direktor am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin.
- 1986 *Arno Borst*, Dr.phil., o. Professor für Mittelalterliche Geschichte an der Universität Konstanz.
- 1987 *Olgierd Cecil Zienkiewicz*, FRS, Ph.D., D.Sc., Hon.D.Sc.mult., Professor of Civil Engineering an der University of Wales/Swansea/Großbritannien.
- 1988 *Heinz Brauer*, Dr.-Ing., Professor für Chemische Ingenieurtechnik an der Technischen Universität Berlin.
- 1989 *Herbert Walther*, Dr.rer.nat., Professor für Experimentalphysik an der Universität München und Direktor des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik in Garching.
- 1990 *Raymond Klibansky*, Dr.phil., Dr.phil.h.c., Professor der Philosophie (Logik und Metaphysik) an der McGill University in Montreal/Kanada und Fellow des Wolfson College Oxford.
- 1991 *Wilfried B. Krätzig*, Dr.-Ing. Dr.-Ing.E.h., Professor für Ingenieurmechanik an der Ruhr-Universität Bochum.
- 1992 *Ernst-Dieter Gilles*, Dr.-Ing., Professor für Meß- und Regelungstechnik an der Universität Stuttgart.

- 1993 *Hans-Heinrich Voigt*, Dr.rer.nat., em. o. Professor für Astronomie und Astrophysik an der Universität Göttingen.
- 1994 *Josef Fleckenstein* †, Dr.phil., em. o. Professor für Mittelalterliche Geschichte, zuvor Direktor des Max-Planck-Instituts für Geschichte in Göttingen.
- 1995 *David G. Crighton* †, FRS, Head of Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics, University of Cambridge/Großbritannien.
- 1996 *Gerhard Frey*, Dr.rer.nat., Dr.h.c., Professor für Mathematik an der Universität Essen.
- 1997 *Arnold Esch*, Dr.phil., Professor für Mittelalterliche Geschichte, Direktor des Deutschen Historischen Instituts in Rom/Italien.
- 1998 *Christian Menn*, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., em. Professor für Konstruktiven Ingenieurbau an der ETH Zürich/Schweiz.
- 1999 *Christian Wandrey*, Dr.rer.nat., Professor für Biotechnologie, Universität Bonn, Direktor des Instituts für Biotechnologie des Forschungszentrums Jülich.
- 2000 *Klaus J. Hopt*, Dr.jur. Dr.phil. Dres.h.c., Professor für ausländisches und internationales Privatrecht, Universität Hamburg, Direktor des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Privatrecht, Hamburg.
- 2001 *Robert Piloty*, Dr.-Ing., Professor em. für Datentechnik an der Technischen Universität Darmstadt.
- 2002 *Wolfgang Krätschmer*, Dr.rer.nat., Professor für Kern- und Astrophysik am Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg.
- 2003 *Niklot Klüßendorf*, Dr.phil., apl. Professor für Numismatik und Geldgeschichte an der Philipps Universität, Marburg.
- 2004 *Joachim Milberg*, Dr.-Ing. Dr.h.c. Dr.-Ing. E.h., Professor für Maschinenbau und Produktionswissenschaften, München, Präsident des acatech, Konvent der Technikwissenschaften an der Union der deutschen Akademien.

Mitgliederverzeichnis (Stand 31.12.2004)

Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft

Fallersleber-Tor-Wall 16, 38100 Braunschweig
Telefon: (0531) 1 44 66 · Telefax: (0531) 1 44 60
E-Mail: Poststelle@bwg.niedersachsen.de
Homepage: <http://www.bwg-niedersachsen.de>

Präsident: Prof. Dr.rer.nat. Joachim Klein
(bis 31.12.2007)
Generalsekretär: Prof. Dr.med. Dr.phil. Claus-Artur Scheier
(bis 31.12.2006)
Geschäftsstelle: Frau Hannelore Haubold (Büroleiterin)
Frau Gabriele Petersen

Klasse für Mathematik und Naturwissenschaften

Vorsitzender: Prof. Dr.rer.nat. Dr.h.c. Ekkehard Winterfeldt (bis 31.12.2006)

Ordentliche Mitglieder:

Bahadir, Müfit (13.11.1947), Dr.rer.nat. Dr.agr.habil. Dr.h.c., Prof. (Ökologische Chemie und Abfallanalytik, TU Braunschweig), Lützenstraße 6, 38124 Braunschweig
Behrens, Peter (29.6.1957), Dr.rer.nat., Prof. (Anorganische Chemie, Universität Hannover), Danziger Ring 5, 30900 Wedemark-Mellendorf
Blöchl, Peter (24.6.1959), Dr.rer.nat., Prof. (Theoretische Physik, TU Clausthal), Dr.-Nieper-Straße 13, 38640 Goslar
Brandes, Dietmar (12.3.1948), Dr.rer.nat. habil., Prof. u. Dir. (Botanik, Universitätsbibliothek, TU Braunschweig), Allerstraße 6, 38106 Braunschweig
Braß, Helmut (22.2.1936), Dr.rer.nat., Prof. (Angewandte Mathematik, TU Braunschweig), Hilsstraße 26, 38122 Braunschweig
Deutsch, Werner (4.8.1947), Dr.rer.nat., Prof. (Psychologie, TU Braunschweig), Steintorwall 12, 38100 Braunschweig
Ehrich, Hans-Dieter (2.2.1943), Dr.rer.nat., Prof. (Informatik, TU Braunschweig), Mannheimstraße 66, 38112 Braunschweig
Ertmer, Wolfgang (13.2.1949), Dr.rer.nat., Prof. (Experimentalphysik, Universität Hannover), Granatstraße 24, 30823 Garbsen

- Gericke, Karl-Heinz (3.6.1951), Dr.phil.nat., Prof. (Physikalische Chemie, TU Braunschweig), Mühlenweg 12, 38122 Braunschweig
- Glaßmeier, Karl-Heinz (28.4.1954), Dr.rer.nat., Prof. (Geophysik, TU Braunschweig), Friedrich-Löffler-Weg 13, 38116 Braunschweig
- Göbel, Ernst Otto (24.3.1946), Dr.rer.nat., Prof. u. Präs. (Experimentalphysik, PTB Braunschweig), Oscar-Fehr-Weg 16, 38116 Braunschweig
- Görlitzer, Klaus (29.7.1940), Dr.rer.nat., Prof. (Pharmazeutische Chemie, TU Braunschweig), Waterloostraße 15, 38106 Braunschweig
- Harborth, Heiko (11.2.1938), Dr.rer.nat., Prof. (Mathematik, TU Braunschweig), Bienroder Weg 47, 38106 Braunschweig
- Hartmann, Thomas (2.2.1937), Dr.rer.nat., Prof. (Pharmazeutische Biologie, TU Braunschweig), Walter-Hans-Schultze-Straße 21, 38116 Braunschweig
- Heidberg, Joachim (30.1.1933), Dr.phil.nat., Prof. (Physikalische Chemie, Universität Hannover), Zuckmayerstraße 9, 30453 Hannover
- Henzler, Martin (18.5.1935), Dr.rer.nat., Prof. (Festkörperphysik, Universität Hannover), Finkenweg 6, 38826 Garbsen OT Schloss Ricklingen
- Hopf, Henning (13.12.1940), Dr.phil. Dr.h.c., Prof. (Organische Chemie, TU Braunschweig), Steinbrecherstraße 9, 38106 Braunschweig
- Hövermann, Jürgen (15.3.1922), Dr.rer.nat., Prof.em. (Geographie, Universität Göttingen), Nelkenweg 10, 37154 Northeim
- Hulek, Klaus (19.8.1952), Dr.rer.nat.habil., Prof. (Mathematik, Universität Hannover), Peiner Weg 17, 31303 Burgdorf
- Jahn, Dieter (1.8.1959), Dr.rer.nat.habil., Prof. (Mikrobiologie, TU Braunschweig), In den Schönen Morgen 14, 38300 Wolfenbüttel
- Jockusch, Brigitte M. (27.9.1939), Dr.rer.nat., Prof. (Zoologie, TU Braunschweig), Wendenstraße 28/29, 38100 Braunschweig
- Kanold, Hans-Joachim (29.7.1914), Dr.rer.nat.habil., Prof.em. (Mathematik, TU Braunschweig), Güldenstraße 41, 38100 Braunschweig
- Klein, Joachim (20.8.1935), Dr.rer.nat., Prof. (Makromolekulare Chemie, TU Braunschweig), Hühnerkamp 21, 38104 Braunschweig
- Kowalsky, Hans-Joachim (16.7.1921), Dr.rer.nat., Prof.em. (Mathematik, TU Braunschweig), Am Schiefen Berg 20, 38302 Wolfenbüttel
- Litterst, Fred Jochen (9.12.1945), Dr.rer.nat.habil., Prof. (Experimentalphysik, TU Braunschweig), Nordendorfweg 4 a, 38110 Braunschweig

- Maaß, Günter (7.1.1934), Dr.rer.nat., Prof. u. Dir. (Biophysikalische Chemie, GBF Braunschweig), Im Eichholz 27, 30657 Hannover
- Meijere, Armin de (18.5.1939), Dr.rer.nat., Prof. (Chemie, Universität Göttingen), Brombeerweg 13, 37077 Göttingen
- Mendel, Ralf-Rainer (20.3.1952), Dr.rer.nat.habil. Dr.sc.nat., Prof. (Botanik, TU Braunschweig), Wiesengrund 3, 38542 Leiferde
- Müller, Georg (1.10.1930), Dr.rer.nat., Dr.rer.nat.h.c., Prof.em. (Mineralogie und Petrographie, TU Clausthal), Einersberger Blick 27, 38678 Clausthal-Zellerfeld
- Müller-Goymann, Christel Charlotte (5.12.1951), Dr.rer.nat., Prof. (Pharmazeutische Technologie, TU Braunschweig), Am Rübenberg 16, 38104 Braunschweig
- Pott, Richard (8.7.1951), Dr.rer.nat., Prof. (Geobotanik, Landschaftsökologie, Universität Hannover), Waldersee Straße 19, 30177 Hannover
- Richter, Egon (24.3.1928), Dr.rer.nat., Prof.em. (Theoretische Physik, TU Braunschweig), Sommerlust 33, 38118 Braunschweig
- Richter, Otto (3.8.1946), Dr.rer.nat.habil., Prof. (Agrarökologie, TU Braunschweig), Kreuzwinkel 22, 38527 Meine-Abbesbüttel
- Rieger, Georg Johann (16.8.1931), Dr.rer.nat., Prof. (Mathematik, Universität Hannover), Rosenstraße 2, 31311 Uetze
- Röhrs, Manfred (22.9.1927), Dr.rer.nat., Prof. (Zoologie, Tierärztliche Hochschule Hannover), Im Dorffeld 43, 30966 Hemmingen
- Schätzl, Ludwig (17.1.1938), Dr.oec.publ., Prof. und Präsident (Wirtschaftsgeographie, Universität Hannover), Im Eichholz 49, 30657 Hannover
- Schaumann, Ernst (16.9.1943), Dr.rer.nat., Prof. (Organische Chemie, TU Clausthal), An der Trift 4 a, 38678 Clausthal-Zellerfeld
- Scheper, Thomas (29.3.1956), Dr.rer.nat., Prof. (Technische Chemie, Universität Hannover), Lange-Hop Straße 47 B, 30559 Hannover
- Schmidt, Gudrun (11.3.1943), Dr.rer.nat.habil., Prof. (Technische Chemie, Technische Universität Clausthal), Schillerstraße 14 b, 37520 Osterode
- Schügerl, Karl (22.6.1927), Dr.rer.nat., Dr.h.c., Prof.em. (Technische Chemie, Universität Hannover), Arnumer Kirchstraße 31, 30966 Hemmingen
- Schwink, Christoph (20.3.1928), Dr.rer.nat., Prof.em. (Physik, TU Braunschweig), Spitzwegstraße 21, 38106 Braunschweig

- Stahl, Wolfgang (17.8.1935), Dr.rer.nat., Prof. u. Dir. (Isotopengeochemie und -geophysik, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover), Hermann-Löns-Weg 14, 30938 Burgwedel
- Steudel, Andreas (17.2.1925), Dr.rer.nat., Prof. (Physik, Universität Hannover), Hahnensteg 41 C, 30549 Hannover
- Vollmar, Roland (1.11.1939), Dr.-Ing., Prof. (Informatik, Universität Karlsruhe), Wendtstraße 10, 76185 Karlsruhe
- Weinert, Hanns Joachim (26.1.1927), Dr.phil. et rer.nat.habil., Prof. (Mathematik, TU Clausthal), Glückaufweg 6, 38678 Clausthal-Zellerfeld
- Welling, Herbert (1.9.1929), Dr.rer.nat., Prof. (Physik, Universität Hannover), Nogatweg 13, 30916 Isernhagen
- Werner, Reinhard F. (26.3.1954), Dr.rer.nat., Prof. (Theoretische Physik, TU Braunschweig), Gerhart-Hauptmann-Straße 1, 38304 Wolfenbüttel
- Willerding, Ulrich (8.7.1932), Dr.rer.nat., apl. Prof. (Botanik, Universität Göttingen), Calsowstraße 60, 37085 Göttingen
- Winterfeldt, Ekkehard (13.5.1932), Dr.rer.nat., Dr.h.c., Prof. (Organische Chemie, Universität Hannover), Sieversdamm 34, 30916 Isernhagen
- Zinner, Gerwalt (30.9.1924), Dr.phil. Dr.rer.nat.h.c., Prof.em. (Pharmazeutische Chemie, TU Braunschweig), Am Papenholz 14, 38104 Braunschweig

Korrespondierende Mitglieder:

- Bürger, Hans, Dr.rer.nat., Prof. (Anorganische Chemie, Bergische Universität Wuppertal), Kruppstraße 230, 42113 Wuppertal
- Engelhardt, Wolf Freiherr von, Dr.phil., Prof.em. (Mineralogie und Petrographie, Universität Tübingen), Wilhelmstraße 56, 72074 Tübingen
- Ertl, Gerhard, Dr.rer.nat., Dr.h.c., Prof. u. Dir. (Physikalische Chemie, Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft), Garystraße 18, 14195 Berlin
- Fejes Tóth, László, Dr., Prof. (Mathematik, Hungarian Academy of Sciences), Realtanoda U. 13 - 15, H-1053 Budapest/Ungarn
- Haken, Hermann, Dr.rer.nat., Dr.h.c.mult., Prof. (Theoretische Physik, Universität Stuttgart), Sandgrubenstraße 1, 71063 Sindelfingen
- Keßler, Franz Rudolf, Dr.phil., Prof.em. (Physik, TU Braunschweig), Am Krausberg 12, 52351 Düren
- Kippenhahn, Rudolf, Dr.rer.nat., Prof. u. Dir. (Astrophysik, MPI für Physik und Astrophysik), Rautenbreite 2, 37077 Göttingen

Krätschmer, Wolfgang, Dr.rer.nat., Honorarprofessor (Kernphysik, Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg und Universität Heidelberg), Pfarrgasse 17 a, 69251 Gaiberg

Kuhn, Hans, Dr.phil., Dr.rer.nat.h.c.mult., Prof. u. Dir. i. R. (Biophysikalische Chemie, MPI Göttingen), Ringoldswilstraße 50, CH-33656 Tschingel ob Gunten/Schweiz

Mensching, Horst, Dr.rer.nat., Prof.em. (Geographie, Universität Hamburg), Pulverhofsweg 46, 22159 Hamburg

Meschede, Dieter, Dr.rer.nat., Prof. (Angewandte Physik, Universität Bonn), Wegeler Straße 8, 53115 Bonn

Schaller, Friedrich, Dr.rer.nat., Prof. (Zoologie, Universität Wien), Regenweg 1/14/3, A-1170 Wien /Österreich

Schwab, Klaus, Dr.rer.nat., Prof. (Geologie und Paläontologie, TU Clausthal), Berliner Straße 119, 38678 Clausthal-Zellerfeld

Scriba, Christoph J., Dr.rer.nat., Prof. (Geschichte der Naturwissenschaften, Universität Hamburg), Bellevue 23, 22301 Hamburg

Tietz, Horst, Dr.phil., Prof.em. (Mathematik, Eilenriede-Stift, Haus B 412), Bevenserweg 10, 30625 Hannover

Voigt, Hans-Heinrich, Dr.rer.nat., Prof.em. (Astronomie und Astrophysik, Universität Göttingen), Charlottenburger Straße 19, 37085 Göttingen

Voronkov, Michael Gregor, Dr.rer.nat., Dr.h.c., Prof. u. Dir. (Chemie, A.E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry), 1 Favorsky Street, GUS-664033 Irkutsk

Wandrey, Christian, Dr.rer.nat., Prof. u. Dir. (Biotechnologie, Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut 2), Wolfshovener Straße 139, 52428 Jülich

Witting, Hermann, Dr.rer.nat.habil., Dr.rer.nat.h.c., Prof. (Mathematik, Universität Freiburg), Anemonenweg 3, 79107 Freiburg

Klasse für Ingenieurwissenschaften

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Manfred Lindmayer (bis 31.12.2005)

Ordentliche Mitglieder:

Barke, Erich (28.12.1946), Dr.-Ing.habil, Prof. (Mikroelektronische Systeme, Universität Hannover), Callinstraße 48, 30167 Hannover

Beck, Hans-Peter (27.11.1947), Dr.-Ing., Prof. (Grundlagen der Elektrotechnik und Elektrische Energietechnik, TU Clausthal), Obere Trift 14, 38640 Goslar

- Bohnet, Matthias (20.7.1933), Dr.-Ing., Prof. (Chemische und Thermische Verfahrenstechnik), Otto-Hahn-Straße 45, 38116 Braunschweig
- Buchwald, Konrad (16.2.1914), Dr.phil.nat.habil., Prof.em. (Landespflege, Universität Hannover), Große Heide 33, 30657 Hannover
- Budelmann, Harald (6.5.1952), Dr.-Ing., Prof. (Baustoffkunde und Stahlbetonbau, TU Braunschweig), Schneekoppeweg 1, 38302 Wolfenbüttel
- Büttgenbach, Stephanus (25.1.1945), Dr.rer.nat., Prof. (Mikrotechnik, TU Braunschweig), Dr.-Bockemüller-Ring 33, 38173 Sickinge
- Carlowitz, Otto (24.06.1949), Dr.-Ing., Prof. u. Geschäftsführer (Umweltwissenschaften, TU Clausthal, Cutec-Institut Clausthal), Am Dammgraben 1, 38678 Clausthal-Zellerfeld
- Dizioglu, Bekir (13.12.1920), Dr.-Ing., Prof.em. (Getriebelehre und Maschinendynamik, TU Braunschweig), App. 512/514, Säntis, Eichhornstraße 56, 78464 Konstanz
- Duddeck, Heinz (14.5.1928), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof. (Statik, TU Braunschweig), Greifswaldstraße 38, 38124 Braunschweig
- Ernst, Rolf (23.8.1955), Dr.-Ing., Prof. (Datentechnik und Kommunikationsnetze, TU Braunschweig), Ellernbruch 12 b, 38112 Braunschweig
- Eßlinger, Maria (4.3.1913), Dr.-Ing., apl. Prof. (Statik, DLR Braunschweig), Bussardweg 2, 38108 Braunschweig
- Haeßner, Frank (6.1.1927), Dr.rer.nat., Prof.em. (Werkstoffkunde und Herstellungsverfahren, TU Braunschweig), Julius-Leber-Straße 46, 38116 Braunschweig
- Heipke, Christian (5.4.1961), Dr.-Ing.habil., Prof. (Photogrammetrie und Fernerkundung, Universität Hannover), Sudetenstraße 16, 30559 Hannover
- Henn, Walter (20.12.1912), Dr.-Ing., Dr.techn.h.c., Dr.-Ing.E.h., Prof.em. (Baukonstruktionen und Industriebau, TU Braunschweig), Ramsachleite 13, 82418 Murnau
- Herrenberger, Justus (27.5.1920), Dr.-Ing., Prof.em. (Baukonstruktionen, TU Braunschweig), Ginsterweg 22, 38126 Braunschweig
- Hesselbach, Jürgen (2.11.1949), Dr.-Ing. Dr.h.c., Prof. und Präsident (Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, TU Braunschweig), Wendessener Straße 4, 38300 Wolfenbüttel
- Jeschar, Rudolf (17.6.1930), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof. (Energieverfahrenstechnik, TU Clausthal), Roseneck 1, 38640 Goslar

- Kind, Dieter (5.10.1929), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Honorarprof. u. Präs. i.R. (Hochspannungstechnik, TU Braunschweig und PTB Braunschweig), Knappstraße 4, 38116 Braunschweig
- Konecny, Gottfried (17.6.1930), Dr.-Ing., Dr.h.c.mult., Prof. (Photogrammetrie und Ingenieurvermessungen, Universität Hannover), Wartheweg 22, 30559 Hannover
- Kordina, Karl (7.8.1919), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof.em. (Stahlbeton- und Massivbau, TU Braunschweig), Im Heidekamp 13, 38112 Braunschweig
- Kose, Volkmar (30.3.1936), Dr.rer.nat., Honorarprof. (Präzisionsmeßtechnik, TU Braunschweig, PTB Braunschweig), Nernstweg 9, 38116 Braunschweig
- Kowalsky, Wolfgang (23.3.1958), Dr.-Ing.habil., Prof. (Hochfrequenztechnik, TU Braunschweig), Dorothea-Erxleben-Straße 41 b, 38116 Braunschweig
- Lautz, Günter (15.11.1923), Dr.rer.nat., Prof.em. (Elektrophysik, TU Braunschweig), Fallsteinweg 97, 38302 Wolfenbüttel
- Leilich, Hans-Otto (28.11.1925), Dr.-Ing., Prof.em. (Datenverarbeitungsanlagen, TU Braunschweig), Am Schiefen Berg 61 a, 38302 Wolfenbüttel
- Leonhard, Werner (25.5.1926), Dr.-Ing., Dr.h.c., Prof.em. (Regelungstechnik, TU Braunschweig), Am Schiefen Berg 54, 38302 Wolfenbüttel
- Lindmayer, Manfred (4.10.1941), Dr.-Ing., Prof. (Elektrische Energieanlagen, TU Braunschweig), Am Papenholz 15, 38104 Braunschweig
- Mahrenholtz, Oskar (17.5.1931), Dr.-Ing., Prof.em. (Mechanik, TU Hamburg-Harburg), Hermann-Löns-Weg 17 f, 21220 Seevetal
- Marx, Claus (21.8.1931), Dr.-Ing., Dr.h.c., Prof. (Tiefbohrkunde und Erdölgewinnung, TU Clausthal), Am Stollen 18, 38640 Goslar
- Matthies, Hans Jürgen (6.11.1921), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof.em. (Landmaschinen, TU Braunschweig), Wöhlerstraße 15, 38116 Braunschweig
- Mecke, Wilhelm (12.8.1907), Dr.-Ing., Prof.em. (Straßenwesen und Erdbau, TU Braunschweig), Pascheburgerring 8, 37154 Northeim
- Merker, Günter Peter (9.4.1942), Dr.-Ing.habil., Prof. (Thermodynamik und Kältetechnik, Universität Hannover), Deichstraße 23, 30823 Garbsen
- Mitschke, Manfred (5.5.1929), Dr.-Ing., Prof. (Fahrzeugtechnik, TU Braunschweig), Buchfinkweg 1, 38112 Braunschweig
- Möller, Dietrich (18.12.1927), Dr.-Ing., Prof.em. (Vermessungskunde, TU Braunschweig), Steinkamp 6, 38165 Lehre

- Mühlbauer, Alfred (9.11.1932), Dr.-Ing. Dr.h.c., Prof. (Elektrowärme, Universität Hannover), Westerfeldweg 44, 30900 Wedemark
- Musmann, Hans-Georg (14.8.1935), Dr.-Ing., Prof. (Nachrichtentechnik, Universität Hannover), Heckenrosenweg 24, 38259 Salzgitter
- Peil, Udo (20.4.1944), Dr.-Ing., Prof. (Stahlbau, TU Braunschweig), Försterkamp 9, 38302 Wolfenbüttel
- Pelzer, Hans (20.1.1936), Dr.-Ing., Prof. (Vermessungskunde, Universität Hannover), An der Worth 26, 30966 Hemmingen
- Popp, Karl (14.8.1942), Dr.-Ing., Prof. Prof. E.h. (Mechanik, Universität Hannover), Sauerbruchweg 49, 31535 Neustadt/Rbge.
- Reimers, Ulrich (23.3.1952), Dr.-Ing., Prof. (Nachrichtentechnik, TU Braunschweig), Kollwitzstraße 28, 38159 Vechelde
- Rostásy, Ferdinand Stefan (4.5.1932), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof. (Baustoffe und Stahlbetonbau, TU Braunschweig), Nietzschestraße 26, 38126 Braunschweig
- Rothert, Heinrich (5.12.1938), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof. (Statik, Universität Hannover), Feldbrunnenstraße 15, 20148 Hamburg
- Scheer, Joachim (5.3.1927), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof.em. (Stahlbau, TU Braunschweig), Wartheweg 20, 30559 Hannover
- Schnieder, Eckehard (7.2.1949), Dr.-Ing., Prof. (Verkehrssicherheit und Automatisierungstechnik, TU Braunschweig), Friedrich-Knoll-Straße 3, 38104 Braunschweig
- Schönfelder, Helmut (3.4.1926), Dr.-Ing., Prof.em. (Nachrichtentechnik, TU Braunschweig), Fürstenhofweg 1 A, 38667 Bad Harzburg
- Schulitz, Helmut C. (17.7.1936), Dipl.-Ing., M.Arch., Arch.BDA, Hon.FAIA, Prof. (Architektur, TU Braunschweig), Am Dahlumer Holze 27, 38126 Braunschweig
- Schwedes, Jörg (26.2.1938), Dr.-Ing., Prof. (Verfahrenstechnik, TU Braunschweig), Fasanenstraße 17, 38102 Braunschweig
- Schwerdtfeger, Klaus (16.9.1934), Dr.-Ing., Prof. (Allgemeine Metallurgie, TU Clausthal), Zeppelinstraße 28, 38640 Goslar
- Siefer, Thomas Bernhard (5.3.1955), Dr.-Ing., Prof. (Eisenbahnbetriebswissenschaft, Verkehrsökonomie, Universität Hannover), Süßeroder Straße 10, 30559 Hannover
- Stein, Erwin (5.7.1931), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Dr.h.c.mult., Prof.em. (Baumechanik, Universität Hannover), Am Ortfelde 124, 30916 Isernhagen

- Thoma, Manfred (24.2.1929), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Dr.h.c., Prof. (Regelungstechnik, Universität Hannover), Westermannweg 7, 30419 Hannover
- Tönshoff, Hans Kurt (14.5.1934), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h.mult. Dr.h.c., Prof. (Fertigungstechnik und Spanende Werkzeugmaschinen, Universität Hannover), Bruchholzwiesen 10, 30938 Burgwedel
- Unger, Hans-Georg (14.9.1926), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h.mult, Dr.rer.nat.h.c., Prof.em. (Hochfrequenztechnik, TU Braunschweig), Wöhlerstraße 10, 38116 Braunschweig
- Weh, Herbert (1.3.1928), Dr.-Ing., Dr.sc.techn.h.c., Prof. (Starkstromtechnik, TU Braunschweig), Kirchplatz 12, 87534 Oberstaufen
- Wiendahl, Hans-Peter (11.2.1938), Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof. (Arbeitsmaschinen und Fabrikanlagen, Universität Hannover), Am Winkelberge 6, 30826 Garbsen
- Wriggers, Peter (3.2.1951), Dr.-Ing., Prof. (Baumechanik und Numerische Mechanik, Universität Hannover), Bödekerstraße 8, 30161 Hannover
- Zabeltitz, Christian von (7.8.1932), Dr.-Ing., Prof. (Technik in Gartenbau und Landwirtschaft, Universität Hannover), Hellwiesen 3, 30900 Wedemark
- Zenner, Harald (8.7.1938), Dr.-Ing., Prof. (Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit, TU Clausthal), Narzissenhang 1, 01328 Dresden
- Zielke, Werner (8.12.1937), Dr.-Ing., Prof. (Strömungsmechanik, Universität Hannover), Lönsweg 31, 30826 Garbsen

Korrespondierende Mitglieder:

- Baehr, Hans-Dieter, Dr.-Ing., Dr.E.h., Prof. (Thermodynamik, Universität Hannover), Dürerstraße 9, 44795 Bochum
- Bjerhammer, Arne, tekn.dr., Prof. (Geodäsie, Kungl. Tekniska Högskolan Stockholm) Schweden
- Funke, Paul, Dr.-Ing., Prof. (Werkstoffumformung, TU Clausthal), Arnikaweg 12, 38678 Clausthal-Zellerfeld
- Garbrecht, Günther, Dr.-Ing., Dr.sc.h.c., Prof.em. (Wasserbau, Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, TU Braunschweig), Drosselweg 15, 38179 Schwülper
- Gersten, Klaus, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof. (Thermo- und Fluidodynamik, Universität Bochum), Hofleite 15, 44795 Bochum
- Gilles, Ernst Dieter, Dr.-Ing. Dr.h.c.mult., Direktor (Mess- und Regelungstechnik, MPI Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg), Bauernwaldstraße 131, 70195 Stuttgart

- Hofmann, Wilhelm, Dr.-Ing., Prof.em. (Baukonstruktion und Entwerfen, Universität Hannover), Wohnstift Augustinum, App. 5513, Renteillichtung 8, 45134 Essen
- Kärner, Hermann Christian, Dr.-Ing., Dr.h.c., Prof. (Hochspannungstechnik, TU Braunschweig), Lessingstraße 10 a, 94575 Windorf
- Kistenmacher, Hans, Dr.rer.pol., Prof. (Regional- und Landesplanung, Universität Kaiserslautern), Friedrich-Ebert-Straße 1, 67271 Neuleiningen
- Krätzig, Wilfried B., Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof. (Statik und Dynamik/Bauingenieurwesen, Ruhr-Universität Bochum), Wagenfeldstraße 8 A, 58456 Witten
- Kreuzer, Edwin, Dr.-Ing.habil., Prof. (Mechanik und Meerestechnik, TU Hamburg-Harburg), Gerlachstraße 12, 21075 Hamburg
- Mayinger, Franz, Dr.-Ing., Prof. (Verfahrenstechnik, TU München), Am Haselnußstrauch 18, 80935 München
- Menn, Christian, Prof.em. Dr.-Ing. Dr.-Ing.E.h. (Konstruktiver Ingenieurbau, ETH Zürich), Plantaweg 21, 7000 Chur Schweiz
- Milberg, Joachim, Dr.-Ing. Dr.h.c.mult. Dr.-Ing.E.h., Prof. u. Präs. (Maschinenbau und Produktionswissenschaften, acatech, Konvent der Technikwissenschaften an der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e. V.), Residenz München, Hofgartenstraße 2, 80539 München
- Moritz, Helmut, Dr.techn., Dr.-Ing.E.h., Prof. (Erdmessung und Physikalische Geodäsie, TU Graz), Maria-Troster-Straße 114, A-8043 Graz/Österreich
- Pierick, Klaus, Dr.-Ing., Prof. (Verkehr, Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung, TU Braunschweig), Am Uhlenbusch 31, 38108 Braunschweig
- Ramm, Ekkehard, Dr.-Ing.habil. Dr.-Ing. E.h. Dr.h.c., Prof. (Baustatik, Computer orientierte Strukturmechanik, Universität Stuttgart), Sperberweg 31, 71032 Böblingen
- Ruge, Jürgen, Dr.-Ing., Prof.em. (Schweißtechnik und Werkstofftechnologie, TU Braunschweig), Waldstraße 16, 82110 Germering
- Schlitt, Herbert, Dr.phil.nat., Prof. (Regelungstechnik, Universität Erlangen-Nürnberg), Egerlandstraße 5, 91058 Erlangen
- Spengelin, Friedrich, Dipl.-Ing., Prof. (Städtebau, Universität Hannover), Habichtshorststraße 12, 30655 Hannover
- Steck, Elmar, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof. (Mechanik, TU Braunschweig), Mauernstraße 12, 38312 Börssum/Borum
- Stracke, Ferdinand, Dipl.-Ing., Prof. (Städtebau und Regionalplanung, TU München), Karlstraße 43/II, 80333 München

- Torge, Wolfgang, Dr.-Ing., Prof. (Theoretische Geodäsie, Universität Hannover),
Mönchekamp 4 A, 30457 Hannover
- Truckenbrodt, Erich, Dr.-Ing., Dr.-Ing.E.h., Prof.em. (Strömungsmechanik, TU
München), Josef-Würth-Straße 12, 82031 Grünwald
- Weimann, Günter, Dr.-Ing., Prof.em. (Photogrammetrie und Kartographie, TU
Braunschweig), Knupfetal 40, 89520 Heidenheim
- Zerna, Wolfgang, Dr.-Ing., Prof.em. (Konstruktiver Ingenieurbau, Universität
Bochum), Am Wittenstein, 45527 Hattingen
- Zumpe, Günter, Dr.-Ing.habil., Dr.h.c., Prof. (Mechanik, TU Dresden),
Knoopstraße 7, 01326 Dresden

Klasse für Geisteswissenschaften

Vorsitzender: Prof. Dr.phil.habil. Hans-Joachim Behr (bis 31.12.2007)

Ordentliche Mitglieder:

- Alpers, Klaus (27.9.1935), Dr.phil., Prof. (Klassische Philologie, Universität
Hamburg), Kolberger Straße 12, 21339 Lüneburg
- Behr, Hans-Joachim (18.1.1949), Dr.phil.habil., Prof. (Ältere deutsche Sprache
und Literatur, TU Braunschweig), Steige 8, 38102 Braunschweig
- Boeder, Heribert (17.11.1928), Dr.phil., Prof. (Philosophie, Universität Osnabrück), Lönsweg 10, 49076 Osnabrück
- Conermann, Klaus (1.10.1941), Dr. phil., Prof.em. (Germanistik (Neuere deutsche Literatur), Sächsische Akademie der Wissenschaften "Fruchtbringende Gesellschaft"), Schlossplatz 18, 38304 Wolfenbüttel
- Cunz, Reiner (12.4.1958), Dr.phil., Nds. Landesnumismatiker, Wiss. Leiter des
Nds. Münzkabinetts der Deutschen Bank (Numismatik, Landesmuseum Hannover), Hunaeusstraße 5, 30177 Hannover
- Daniel, Ute (3.5.1953), Dr.phil, Prof. (Neuere Geschichte, TU Braunschweig),
Wendenmaschstraße 7, 38100 Braunschweig
- Fritz, Wolfgang (12.7.1951), Dr.rer.pol.habil., Prof. (Betriebswirtschaftslehre,
TU Braunschweig), Rebenstraße 89, 64646 Heppenheim
- Gahl, Klaus P. G. (14.6.1937), Dr.med., Prof. u. Chefarzt a.D. (Innere Medizin,
Medizinische Klinik II am Städtischen Klinikum Braunschweig), Dürerstraße
10, 38106 Braunschweig

- Henne, Helmut (5.4.1936), Dr.phil., Prof. (Germanistische Linguistik, TU Braunschweig), Platanenstraße 27, 38302 Wolfenbüttel
- Hentze, Joachim (23.6.1940), Dr.rer.pol.habil. Dr.h.c., Prof. (Betriebswirtschaftslehre: Unternehmensführung, TU Braunschweig), Brachvogelweg 4, 30916 Isernhagen
- Kühne, LL.M., Gunther (25.8.1939), Dr.jur., Prof. (Berg- und Energierecht, TU Clausthal), Geheimrat-Ebert-Straße 1, 38640 Goslar
- Lohse, Eduard (19.2.1924), Dr.theol.D., Honorarprof. u. Landesbischof i. R. (, Ev.-luth. Landeskirche Hannover), Ernst-Curtius-Weg 7, 37075 Göttingen
- Märtl, Claudia (3.7.1954), Dr.phil.habil., Prof. (Mittelalterliche Geschichte, Universität München), Preysingstraße 29, 81667 München
- Meckseper, Cord (29.10.1934), Dr.-Ing.habil., Prof. (Bau- und Kunstgeschichte, Universität Hannover), Eisenacher Weg 4, 30179 Hannover
- Müller, Gerhard (10.5.1929), Dr.theol., D.D., Honorarprof. u. Landesbischof i.R. (, Ev.-luth. Landeskirche Braunschweig), Sperlingstraße 59, 91056 Erlangen
- Oberbeck, Gerhard (5.10.1925), Dr.rer.nat., Prof.em. (Geographie und Wirtschaftsgeographie, Universität Hamburg), Ginsterweg 4, 25474 Ellerbek
- Peine, Franz-Joseph (18.8.1946), Dr.jur., Prof. (Öffentliches Recht, Universität Göttingen), Kurpromenade 56, 14089 Berlin
- Pollmann, Klaus Erich (12.9.1940), Dr.phil., Prof. u. Rektor (Neuere Geschichte und Zeitgeschichte, Universität Magdeburg), Glogaustraße 17, 38124 Braunschweig
- Raabe, Paul (21.2.1927), Dr.phil.habil., Dr.h.c.mult., apl. Prof. u. Dir. i.R. (Deutsche Literaturwissenschaft, Universität Göttingen, Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel), Roseggerweg 45, 38304 Wolfenbüttel
- Rengeling, Hans-Werner (25.2.1938), Dr.jur., Prof. (Umweltrecht, Universität Osnabrück), Langeworth 143, 48159 Münster
- Rötting M.A., Hartmut (11.8.1932) , Honorarprof. (Denkmalpflege, Stadtarchäologie, TU Braunschweig), Lobmachersche Straße 18, 38312 Cramme
- Salje, Peter (8.2.1948), Dr.jur., Dr.rer.pol., Prof. (Rechtswissenschaften, Universität Hannover), Kollenrodtstraße 7, 30161 Hannover
- Scheier, Claus-Artur (8.9.1942), Dr.med., Dr.phil.habil., Prof. (Philosophie, TU Braunschweig), Jasperallee 77, 38102 Braunschweig
- Schindel, Ulrich (10.10.1935), Dr.phil.habil., Prof. (Klassische Philologie, Universität Göttingen), Albert-Schweitzer-Straße 3, 37075 Göttingen

- Schmidt-Glintzer, Helwig (24.6.1948), Dr.phil.habil., Prof. u. Dir. (Sinologie, Allgemeine Kulturwissenschaft, Universität Göttingen, Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel), Lessingplatz 1, 38300 Wolfenbüttel
- Schwarz, Brigide (19.1.1940), Dr.phil., Prof. i.R. (Mittelalterliche Geschichte, Universität Hannover), Geibelstraße 2, 12205 Berlin
- Stauf, Renate (23.3.1949), Dr.phil.habil., Prof. (Neuere deutsche Literatur, TU Braunschweig), Kasernenstraße 23, 38102 Braunschweig
- Thieme, Hartmut (20.11.1947), Dr.rer.nat., Leiter d. Archäol. Schwerpunktuntersuchungen im Helmstedter Braunkohlenrevier (Ur- und Frühgeschichte, Nieders. Landesamt f. Denkmalpflege Hannover), Schaumburger Weg 9, 31542 Bad Nenndorf
- Thieme, Werner (13.10.1923), Dr.jur., Prof.em. (Verwaltungslehre, Universität Hamburg), Berggartenstraße 14, 29223 Celle
- Thies, Harmen (26.12.1941), Dr.phil., Prof. (Baugeschichte, TU Braunschweig), Rodeweg 3, 38162 Abbenrode
- Vollmer, Gerhard (17.11.1943), Dr.rer.nat. Dr.phil., Prof. (Philosophie, TU Braunschweig), Zaunkönigweg 5, 38026 Garbsen
- Warncke, Carsten-Peter (21.6.1947), Dr.phil., Prof. (Kunstgeschichte, Universität Göttingen), Schöne Aussicht 59, 34346 Hann. Münden
- Wilhelm, Herbert (8.6.1922), Dr.oec., Prof.em. (Volkswirtschaftslehre, TU Braunschweig), Hirschbergstraße 16, 38124 Braunschweig
- Zahlten, Johannes (25.1.1938), Dr.phil., Prof. (Kunstgeschichte, HBK Braunschweig), Olfermannstraße 11, 38102 Braunschweig

Korrespondierende Mitglieder:

- Borst, Arno, Dr.phil., Prof. (Mittelalterliche Geschichte, Universität Konstanz), Längerbohlstraße 42, 78467 Konstanz
- Brett, Michael, Ph.D., Reader in the History of North Africa (Arabisch u. Arabische Geschichte mit besonderer Berücksichtigung Nordafrikas, School of Oriental and African Studies, London), 142 Turney Road, West Dulwich, GB-London SE 21 7 JJ/Groß Britannien
- Burkert, Walter, Dr.phil., Prof. (Klassische Philologie, Universität Zürich), Wildsbergstraße 8, CH-8610 Uster/Schweiz
- Cohen-Mushlin, Aliza, Ph.D., Prof. und Dir. (Jüdische Kunst, Center for Jewish Art, The Hebrew University of Jerusalem), 19 Efrata St., Jerusalem 93384/Israel

- Ehlers, Joachim, Dr.phil., Prof. (Mittelalterliche Geschichte, FU Berlin), Am Wieselbau 9, 14169 Berlin
- Elbern, Victor H., Dr.phil., Accademico dei Lincei, Honorarprof. (Kunstgeschichte, FU Berlin), Ilsesteinweg 42, 14129 Berlin
- Engel Holland, Eva Johanna, Dr.phil., Prof.em. (Germanistik und Romanistik, Wellesley College/USA und Forschungsauftrag DFG Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel), Schloßplatz 10, 38304 Wolfenbüttel
- Esch, Arnold, Dr.phil., Prof. u. Dir. i.R. (Mittelalterliche Geschichte, Deutsches Historisches Institut in Rom), Via della Lungara, 18, I-00165 Roma/Italien
- Garrigues, Marie-Odile, Dr.phil., Prof. (Philosophie und Theologie, Centre Nationale de la Recherche Scientifique Paris) , Frankreich
- Hopt, Klaus J., Dr.jur. Dr.phil. Dr.h.c.mult., Prof. u. Dir. (Ausländisches und Internationales Privatrecht, MPI für ausländisches und internationales Privatrecht, Hamburg), Isestraße 117, 20148 Hamburg
- Klibansky, Raymond, Dr.phil., Prof. (Philosophie, Wolfson College, Oxford University) , GB-Oxford OX2 6UD/Großbritannien
- Kloft, Hans, Dr.phil., Prof. (Alte Geschichte und Wirtschaftsgeschichte, Universität Bremen), Wernigeroder Straße 36, 28205 Bremen
- Klüßendorf, Niklot, Dr.phil., apl. Prof. (Numismatik und Geldgeschichte, Philipps-Universität Marburg), Koppelkaute 2, 35287 Amöneburg
- Lavrov, Sergej, Dr., Prof. (Ökonomische Geographie, Universität Sankt Petersburg) , GUS
- Narkiss, Bezalel, Dr.phil., Prof. u. Dir. (Dep. of Art History, Index of Jewish Art, The Hebrew University Jerusalem), Humanities Building, Mt. Scopus, 91042 Jerusalem/Israel
- Neumann, Günter, Dr.phil., Prof.em. (Sprachwissenschaften, Universität Würzburg), Thüringer Straße 20, 97078 Würzburg
- Oexle, Otto G., Dr.phil., Prof. u. Dir. (Geschichte, MPI für Geschichte, Göttingen), Planckstraße 15, 37073 Göttingen
- Peroni, Adriano, Dr.phil., Prof. (Kunstgeschichte, Universität Florenz), Via Lungo L' Affrico 164, I-50137 Florenz/Italien
- Poeschke, Joachim, Dr.phil., Prof. (Kunstgeschichte, Universität Münster), Rudolf-von-Langen-Straße 26, 48147 Münster
- Rambaldi, Enrico, Dr.phil., Prof. (Universität Mailand), Via Monte Bianco 36, I-20149 Mailand/Italien

Rosen, Stanley, Dr.phil., Prof. (Philosophie, Pennsylvania State University) ,
USA

Schneidmüller, Bernd, Dr.phil.habil., Prof. (Mittelalterliche Geschichte,
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg), Reuthersberg 18, 96135 Stegaurach

Schwerdtfeger, Gunther, Dr.jur., Prof. (Öffentliches Recht und Recht der sozia-
len Sicherung, Universität Hannover), Hülsebrinkstraße 23, 30974 Wennigsen
(Deister)

Seidensticker, Bernd, Dr.phil., Prof. (Klassische Philologie, Freie Universität
Berlin), Terrassenstraße 17 a, 14129 Berlin

Szlezák, Thomas Alexander, Dr.phil., Prof. (Griechische Philosophie, Universi-
tät Tübingen), Neckarhalde 3, 72070 Tübingen

Tsujimura, Koichi, Dr.phil., Prof. (Philosophie, Universität Kyoto), Sakyoku,
Kamitakano, Higashidacho 12, J-606 Kyoto/Japan

Ullmann, Ernst, Dr.phil.habil., Prof. (Kunstgeschichte, Universität Leipzig),
Tschaikowskistraße 12, 04105 Leipzig

Voppel, Götz, (), Dr.rer.pol., Prof. (Wirtschafts- und Sozialgeographie, Universi-
tät Köln), Neckarstraße 58, 51149 Köln

Zeitler, Rudolf, Dr.phil., Prof.em. (Universität Uppsala), Regngatan 16, S-75431
Uppsala/Schweden